



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía:**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN MINI-ACUEDUCTO POR GRAVEDAD EN LA  
COMUNIDAD DE SAN RAMÓN DEL MUNICIPIO DE JUIGALPA,  
DEPARTAMENTO DE CHONTALES, USANDO COMO FUENTE UN PUNTO DE  
ACOPLE”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

Br. Gerssy Dymari Noguera Mendoza

Br. Lylliam Gabriela Ruiz Tablada

**Tutor:**

Ing. Noé Hernández Durán

Managua, Noviembre 2018

## **Agradecimientos**

**A Dios nuestro Padre Celestial**, que nos da vida, familia, maestros, compañeros, fuerza para levantarnos de los tropiezos y sobre todo sabiduría; para poder estar hoy, cumpliendo con nuestros sueños.

**A nuestros padres y hermanos**, que son el motor de nuestra vida, nuestra máxima expresión de persistencia, los que han luchado por darnos lo mejor, por su apoyo incondicional y por sus consejos sabios; para concluir con esta meta propuesta.

Agradecemos especialmente a nuestro tutor **Ing. Noé Hernández Durán**, por dedicar su tiempo, para guiarnos y brindarnos sus conocimientos en la elaboración del presente trabajo.

A **ENACAL**, por proporcionarnos toda la información necesaria y brindarnos la oportunidad de realizar nuestro trabajo monográfico en las instalaciones que están a su cargo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización del presente trabajo, ya que, sin ellos y las personas e instituciones antes mencionadas; no hubiese sido posible la culminación de nuestros estudios profesionales.

*GERSSY DYMARI NOGUERA MENDOZA*

*LYLLIAM GABRIELA RUIZ TABLADA*

## **Dedicatoria**

**A Dios** nuestro creador, por darme el don de la vida, sabiduría, entendimiento y perseverancia, para no desfallecer ante cada adversidad y poder culminar mi carrera; al permitirme concluir dicho trabajo con éxito.

**A mis Padres: Diana María Mendoza y Gerson Antonio Noguera Argüello**, por su entrega incondicional, y, el sacrificio que día a día hicieron para que pudiese culminar mis proyectos académicos.

**A mi hermano, Joas Eliazar Noguera Mendoza**; por ser la razón que me motiva día a día a ser una mejor persona.

**A mis maestros**, en especial a quien echo de menos; **Msc. Ing. Bernardo Calvo Q.E.P.D**, por ser un amigo y un guía, por permitirme penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber; conocimientos que me darán alternativas para ayudar a resolver las demandas de la sociedad en su conjunto.

**A mis compañeros de estudio**, que durante cinco años nos caracterizamos por ser un grupo unido y perseverante, lo que permitió superar las dificultades presentadas a lo largo del camino.

*GERSSY DYMARI NOGUERA MENDOZA*

## **Dedicatoria**

A **Dios**, quien ha hecho obras grandes por mí, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A **mis padres, Lillyam Tablada Corrales y Pedro José Ruiz Vilchez** por su apoyo incondicional, moral, económico, por su entrega, por su amor y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A **mis hermanos, Gabriel José, Bertha María y Pedro José** por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida.

A **mi sobrino, Allan Gabriel**, por aportar mucha alegría a mi vida y por los grandes lotes de felicidad.

A **mis compañeros**, por siempre tener la mejor aptitud, por sus ocurrencias y su afecto.

A **mis maestros**, quienes se han tomado el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, especialmente de campo y de los temas que corresponden a mi profesión.

*LYLLIAM GABRIELA RUIZ TABLADA*

## ÍNDICE

CAPÍTULO I. GENERALIDADES .....	1
1.1    Introducción .....	1
1.2    Antecedentes .....	2
1.3    Justificación .....	4
1.4    Objetivos .....	5
1.4.1    Objetivo General.....	5
1.4.2    Objetivos Específicos .....	5
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL SITIO .....	6
2.1    Localización .....	6
2.1.1    Macro localización .....	6
2.1.2    Micro localización .....	7
2.2    Perfil socio-económico .....	8
2.2.1    Población.....	8
2.2.2    Servicios e infraestructuras existentes .....	10
2.2.3    Actividades económicas .....	11
2.2.4    Situación habitacional.....	11
2.2.5    Infraestructura de la vivienda .....	13
2.2.6    Situación ocupacional.....	15
2.2.7    Ingreso mensual por familia .....	16
2.2.8    Situación actual del abastecimiento de agua .....	17
2.2.9    Aspecto ambiental .....	23
2.2.9.1    Alcantarillado sanitario .....	23

2.2.9.2	Drenaje pluvial .....	23
2.2.9.3	Basura .....	23
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....		24
3.1	Diagnóstico .....	24
3.2	Normas de diseño .....	24
3.3	Estudios básicos .....	24
3.3.1	Estudio socioeconómico .....	25
3.3.2	Estudio demográfico .....	25
3.3.3	Levantamiento topográfico .....	27
3.3.4	Población a servir .....	27
3.3.4.1	Tasa de crecimiento.....	28
3.3.4.2	Proyección poblacional .....	28
3.3.5	Dotación de agua .....	28
3.3.6	Nivel de servicio .....	29
3.4	Parámetros de diseño .....	29
3.4.1	Periodo de diseño.....	29
3.4.2	Variaciones de consumo .....	30
3.4.2.1	Consumo Promedio Diario (CPD) .....	30
3.4.2.2	Consumo Máximo Día (CMD) .....	31
3.4.2.3	Consumo Máximo Hora (CMH).....	31
3.4.3	Pérdidas en el sistema .....	31
3.5	Fuentes de abastecimiento .....	31
3.5.1	Obras de captación .....	32
3.5.2	Líneas de conducción por gravedad.....	32

3.5.3	Red de distribución.....	32
3.5.4	Almacenamiento de agua tratada.....	33
3.5.5	Calidad del agua.....	34
3.5.5.1	Características físicas.....	35
3.5.5.2	Características químicas.....	35
3.5.5.3	Características microbiológicas .....	37
CAPÍTULO IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....		38
4.1	Metodología de estudio.....	38
4.1.1	Enfoque de investigación .....	38
4.1.2	Línea de investigación.....	39
4.1.3	Métodos de investigación .....	39
4.1.4	Materiales y métodos .....	39
4.2	Trabajo de campo .....	40
4.3	Trabajo gabinete .....	41
4.4	Proyección de población .....	41
4.5	Proyección de consumo.....	42
4.5.1	Dotación .....	42
4.6	Nivel de servicio.....	43
4.6.1	Puestos públicos .....	43
4.6.1.1	Consideraciones .....	43
4.6.1.2	Ubicación .....	44
4.6.1.3	Criterios técnicos .....	44
4.6.2	Conexiones domiciliarias.....	44
4.6.2.1	Condiciones sociales .....	45

4.6.2.2	Condiciones técnicas .....	45
4.7	Parámetros de diseño .....	45
4.7.1	Periodo de diseño.....	45
4.7.2	Variaciones de consumo .....	46
4.7.3	Presiones máximas y mínimas .....	47
4.7.4	Velocidades permisibles en tuberías .....	47
4.7.5	Pérdidas de agua en el sistema .....	48
4.7.6	Pérdidas de energía en el sistema .....	48
4.8	Fuente de abastecimiento.....	49
4.9	Diseño de línea de conducción .....	49
4.9.1	Línea de conducción por gravedad .....	49
4.10	Red de distribución .....	50
4.10.1	Selección de tubería a emplear.....	51
4.10.2	Diámetros.....	52
4.11	Tanque de almacenamiento .....	52
4.11.1	Capacidad .....	52
4.11.2	Tanque ciclópeo.....	53
4.12	Tratamiento.....	54
4.12.1	Cloración .....	54
4.12.1.1	Volumen dosificador.....	55
4.13	Visita al sitio.....	56
4.14	Recopilación de datos .....	57
4.15	Evaluación socio-económica .....	57
4.16	Análisis de la fuente de abastecimiento.....	57



4.17	Levantamiento topográfico.....	57
4.18	Análisis y calculo hidráulico del sistema .....	58
4.19	Estimación del presupuesto de la obra .....	58
4.20	Procesamiento y análisis de datos .....	59
4.21	Elaboración del informe final.....	59
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		60
5.1	Proyección de población y demanda .....	60
5.1.1	Proyección de población .....	60
5.1.1.1	Población actual.....	60
5.1.1.2	Crecimiento histórico de la población .....	61
5.1.1.3	Selección de la tasa de crecimiento.....	61
5.1.1.4	Estimación de la proyección futura .....	62
5.1.2	Proyección de consumo .....	62
5.1.2.1	Nivel de servicio y dotación.....	62
5.1.2.2	Perdidas en el sistema.....	63
5.1.2.3	Estimación de consumos .....	63
5.2	Fuente de abastecimiento.....	64
5.3	Línea de conducción .....	64
5.3.1	Velocidad.....	65
5.4	Tanque de almacenamiento.....	65
5.4.1	Capacidad .....	65
5.4.2	Tanque de concreto armado .....	66
5.5	Red de distribución .....	66
5.5.1	Presión máxima y mínima .....	66

5.5.2	Análisis con cero consumos en la red .....	66
5.5.3	Análisis con consumo máximo horario en la red .....	67
5.6	Cloración .....	67
5.7	Costo del proyecto .....	68
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		69
6.1	Conclusiones .....	69
6.2	Recomendaciones .....	70
Bibliografía .....		71
Anexos .....		72

### ***ÍNDICE DE IMÁGENES***

Imagen 1: Macro localización del proyecto .....	6
Imagen 2: Micro localización del proyecto .....	7

### ***ÍNDICE DE TABLAS***

Tabla 1: Información general de la población .....	8
Tabla 2: Grupos etarios según género .....	9
Tabla 3: Número de familias por casa .....	12
Tabla 4: Estado propietario de la vivienda .....	12
Tabla 5: Infraestructura de la vivienda .....	13
Tabla 6: Sistema higiénico en la vivienda .....	13
Tabla 7: Número de habitantes por vivienda .....	14
Tabla 8: Personas que trabajan por casa .....	15
Tabla 9: Nivel de empleo en la población .....	16
Tabla 10: Ingreso mensual por familia .....	16

Tabla 11: Fuente de abastecimiento actual .....	18
Tabla 12: Número de viajes realizados por día .....	18
Tabla 13 : Almacenamiento de agua en el hogar .....	19
Tabla 14: Calidad del agua que consume .....	19
Tabla 15: Tratamiento al agua que consume .....	20
Tabla 16: Enfermedades padecidas recientemente .....	21
Tabla 17: Aceptabilidad de un proyecto de esta índole.....	22
Tabla 18: Periodo de diseño .....	46
Tabla 19: Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams.....	47
Tabla 20: Presiones de trabajo .....	51
Tabla 21: Población actual e índice habitacional .....	60
Tabla 22: Datos poblaciones Departamentales y Municipales .....	61
Tabla 23: Proyección de población .....	62
Tabla 24: Estimación de consumos .....	63
Tabla 25: Dosificación de hipoclorito de calcio.....	68

## ***ÍNDICE DE GRÁFICOS***

Gráfico 1: Población general de San Ramón .....	8
Gráfico 2: Grupos etarios según género .....	9
Gráfico 3: Estado propietario de la vivienda.....	12
Gráfico 4: Sistema higiénico en la vivienda.....	14
Gráfico 5: Personas que trabajan por casa .....	15
Gráfico 6: Ingreso mensual por familia.....	17
Gráfico 7: Número de viajes por día.....	18
Gráfico 8: Almacenamiento de agua en el hogar .....	19

Gráfico 9: Calidad del agua que consume .....	20
Gráfico 10: Tratamiento al agua que consume .....	21
Gráfico 11: Enfermedades padecidas recientemente .....	21
Gráfico 12: Aceptabilidad de un proyecto de esta índole .....	22
Gráfico 13: Disposición de desechos sólidos .....	23

### ***ÍNDICE DE ECUACIONES***

Ecuación 1: Proyección geométrica .....	41
Ecuación 2: Tasa de crecimiento histórico (r) .....	42
Ecuación 3: Continuidad .....	48
Ecuación 4: Pérdidas de energía de Hazen Williams.....	48
Ecuación 5: Gradiente hidráulica de Hazen Williams.....	50

## **Lista de abreviaturas**

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios.

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

INIDE: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

MARENA: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

Lppd: Litros por persona por día.

CPD: Consumo Promedio Diario.

CMD: El Consumo Máximo Diario

CMH: El Consumo Máximo Horario

L/S: Litros por segundo.

M<sup>3</sup>/s: metros cúbicos por segundo.

M<sup>3</sup>/d: metros cúbicos por día

M<sup>3</sup>/h: metros cúbicos por hora

M<sup>3</sup>: metros cúbicos

Mg/L: Miligramos por litro.

PH: Potencial de Hidrogeno.

## **Resumen**

El presente trabajo se realizó con el objetivo de proponer el diseño de un mini-acueducto por gravedad en la comunidad de san ramón del municipio de Juigalpa, departamento de Chontales, usando como fuente un punto de acople, bajo los criterios establecidos por la norma NTON 09001 - 99: Normas Técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (sector Rural).

EL sistema de tratamiento en estudio está compuesto por un punto de acople como fuente, un reservorio sobre el cual yacerá un hipoclorador por goteo y la red de distribución. Para la determinación de las variaciones de presión y caudal disponibles se instaló un datalogger, equipo proporcionado por ENACAL, se realizaron también, muestreo para evaluar la calidad de agua a disposición. Usando como referencia los valores recomendados y admisibles por la Normativa CAPRE. Se determinaron los parámetros como: Temperatura del agua, Ph, Cloro residual, Turbiedad, Alcalinidad, color y conductividad; los cuales a través de análisis de laboratorio nos brindaron la información necesaria sobre el funcionamiento del sistema.

La calidad del agua a disposición es bastante satisfactoria, sin embargo, el cloro residual no cumple con lo indicado por la norma; cabe destacar, que esto indica que el vital líquido se encuentra propenso a un alto nivel de contaminación que, debido a la falta de cloro residual el agua no puede proteger el sistema de distribución contra la recontaminación bacteriana. La calidad de vida y salud de los comunitarios mejorara grandemente si se concreta la ejecución del sistema que se propone para abastecimiento de agua potable en la localidad, permitiendo de esta manera que los habitantes puedan obtener la comodidad y tranquilidad de disponer del servicio directamente de su casa de habitación.



# CAPÍTULO I.

## GENERALIDADES

**"Cuando a un país le importa más la televisión que el agua limpia, quiere decir que han perdido el temple"**

Lewis Black

## **CAPÍTULO I. GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

El mundo, ha cumplido con los objetivos de desarrollo del milenio en reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso al agua potable mucho antes de la fecha límite de 2015, según un informe publicado por Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Entre 1990 y 2010, más de 2.000 millones de personas obtuvieron acceso a fuentes mejoradas de agua potable. No obstante, la meta de saneamiento sigue estando muy retrasada.

Nicaragua es un país rico en recursos hídricos superficiales y subterráneos. Sin embargo, las fuentes de agua están siendo contaminadas por los vertidos de un número importante de sistemas de agua y saneamiento urbanos que carecen de tratamiento, los desechos industriales y la utilización indiscriminada de pesticidas y agroquímicos en áreas de cultivos. Como consecuencia, Nicaragua, que además de tener una de las tasas más altas de crecimiento poblacional de toda América Latina, no ofrece suficientes servicios básicos de abastecimiento de agua potable y saneamiento a su población; por otro lado, es necesario mencionar, que de acuerdo a las cifras de 2005 la cobertura de agua alcanzó a 93.1 por ciento en las áreas urbanas, a 63.4 por ciento en áreas rurales, y a 80.3 por ciento en promedio.

En 2005, cerca del 85 por ciento de todos los hogares tiene acceso a infraestructura de saneamiento básico. El suministro de agua potable es un problema que ha ocupado al hombre desde la antigüedad. La disminución de la cantidad de agua subterránea y superficial, así como también la pérdida de la calidad del agua, dan origen al deterioro del abastecimiento de agua potable; por ende, la carencia del servicio da lugar a un notable incremento de los factores de riesgos que atentan contra la salubridad poblacional; puesto que, el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas a la mala calidad del agua.



Dado las imperiosas necesidades básicas poblacionales, el presente trabajo se realizó en base a, principios metodológicos, análisis y cálculos ingenieriles, y, la utilización de Softwares (Excel, AutoCAD, EpaCAD y Epanet); los cuales, permitieron sistematizar un mini acueducto de agua potable para la comunidad de San Ramón del municipio Juigalpa, perteneciente al departamento Chontales; con coordenadas geodésicas, 12° 5'45.66" latitud Norte y 85°23'59.33" longitud Oeste. Todo ello, con el fin de mejorar la calidad u modo de vida de dicho lugar, ya que, el agua de gran calidad, en su cantidad y adecuado lugar; es esencial para la salud, recreación y crecimiento económico.

## **1.2 Antecedentes**

La Alcaldía Municipal de Juigalpa, Departamento Chontales, ha solicitado la sistematización del diseño de un mini acueducto por gravedad para la comunidad de San Ramón; perteneciente al municipio y jurisdicción departamental, antes mencionado. Ya que, las fuentes de agua han sido contaminadas por, los vertidos de un número importante de sistemas de agua y saneamiento urbanos que carecen de tratamiento, los desechos industriales, y, la utilización indiscriminada de pesticidas y agroquímicos en áreas de cultivos.

Actualmente los pobladores de la comunidad en cuestión se abastecen de pozos comunales y privados (perforados o excavados a mano), los cuales; aunque se procura realizar periódicamente análisis del agua de dicho recurso, estos arrojan datos que no cumplen con las condiciones higiénico-sanitarias que garanticen la potabilidad de sus aguas debido a que no se les da tratamiento adecuado y de esta razón se generan todas las bacterias que afectan directamente a los habitantes de la comarca siendo los más afectados los niños y ancianos.

Según (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, 1998, p.13) “Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias”.

El estudio se realiza con el fin de trabajar de la mano con la comunidad y a su vez que los pobladores se involucren y aporten datos necesarios para la realización del sistema de agua potable y al mismo tiempo transmitirles la importancia de usar el recurso de forma que sea justamente lo necesario en sus quehaceres diario, practicar el ahorro del vital líquido para así también cuidar la economía de la población. En Nicaragua, según ENACAL; se registran 35 mini acueductos por gravedad, seis de ellos funcionando en comunidades pertenecientes a el Departamento de Chontales.

La calidad del agua de consumo humano para comarcas y/o comunidades, durante mucho tiempo y actualmente ha estado aislada del interés del MINSA aun sabiendo que tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas; y, que de esta depende prevenir la transmisión enfermedades de tipo gastro-intestinal que afectan principalmente a niños y habitantes de edad avanzada.

Según (Organización mundial de la salud, 2006, p. 105) “Los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos)”.

Al estar dichos microorganismos en constante proliferación hace que los habitantes estén expuestos en gran porcentaje a adquirir muchas de estas bacterias y esto es preocupante sobre todo por los niños y niñas que habitan en la comunidad y son los más vulnerables ante estos agentes microbiológicos; lo que explica que estas enfermedades tengan mayor resistencia a los procesos de tratamiento y es una condición preocupante porque aumentan los enfermos que tengan que asistir más de una vez a algún centro de salud que muchas veces no tiene suficiente recursos como lo son doctores o medicamentos necesarios para atender a los afectados y lo más crítico es que son personas que viven toda su vida en ese medio de contaminación y tienden a tener una tasa de mortalidad alta por razones que podrían ser evitables.

### **1.3 Justificación**

En la actualidad, la comunidad de San Ramón se encuentra sin agua potable; tienen pozos excavados y perforados, en conjunto con el río Las Limas, una quebrada y algunos ojos de agua. Dos pozos comunales activos desde hace 16 años (perforados desde el 2002) y sin ningún proceso mínimo de desinfección; son la fuente principal de agua de gran parte de los habitantes, uno de ellos en temporada de verano no sufre recurso hídrico suficiente. La comunidad posee 91 viviendas y un total de 570 habitantes, una escuela a la que asisten 51 alumnos con modalidad de pre-escolar y primaria de 1° a 6° atendidos por tres maestros; los cuales, están siendo afectados por la precariedad del servicio. En la comunidad se observa que el 39% de los pobladores de San Ramón expresaron que en los últimos 6 meses han padecido de diarrea (infección intestinal y parasitaria) y un 18% de parasitosis.

El fundamento principal de este trabajo monográfico, será generar una solución a la precariedad del servicio en la comunidad de San Ramón mediante la aplicación de principios ingenieriles, ya que; es de vital importancia que los pobladores de la comunidad en análisis cuenten con un sistema para el abastecimiento de agua potable, con el fin de mejorar la calidad u modo de vida de cada individuo, puesto que; el agua de gran calidad, en su cantidad y adecuado lugar, es esencial para la salud, recreación y crecimiento económico.

Dicho sistema tendrá como fuente un punto de acople a la línea de distribución de la red de distribución de la ciudad de Juigalpa, tramo que va hacia el barrio La Morenita. Es importante mencionar que, ante la carencia de cloro residual, y, ya que la presencia de este es de suma importancia para proteger el sistema de contaminación bacteriana, el vital líquido antes de llegar a la red de distribución a sistematizar pasará un proceso de cloración en el reservorio mediante un hipoclorador por goteo; cumpliendo así, con los requerimientos planteados en las respectivas normativas nacionales NTON 09003-99. Todo ello, para que el recurso hídrico llegue a la comunidad en condiciones aptas para el consumo humano.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Diseñar un mini-acueducto por gravedad en la comunidad de san ramón del municipio de Juigalpa, departamento de Chontales, usando como fuente un punto de acople.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar socio-económica y demográficamente la comunidad de San Ramón.
- Determinar la planimetría y altimetría del área en estudio mediante un levantamiento topográfico, para el diseño de los distintos elementos del sistema.
- Realizar el análisis población por medio del método geométrico, que permita establecer los gastos de diseño.
- Realizar trazado y modelo de la red de abastecimiento de agua potable que cumpla con los parámetros de diseño del INAA por medio de los softwares EpaCAD y Epanet.
- Proponer un sistema de potabilización de agua, técnica y económicamente adecuado.
- Dimensionar cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Estimar costos para la elaboración del proyecto.



# CAPÍTULO II.

## DESCRIPCIÓN DEL SITIO

**“El agua es crítica para el desarrollo sostenible, incluyendo la integridad del medio ambiente y el alivio de la pobreza y el hambre, y es indispensable para la salud y bienestar humanos”**

Naciones Unidas

## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

### 2.1 Localización

#### 2.1.1 Macro localización

El departamento de Chontales se encuentra ubicado en la región central del país entre los 11° 40' y 12° 30' de latitud norte y 84° 35' y 85° 40' de longitud oeste. Chontales ocupa una extensión territorial de 6,481.27 Km<sup>2</sup>, dividida en diez municipios; y, sus límites son:

Norte: Departamento de Boaco.

Sur: Departamento de Río San Juan.

Al Este: con la Región Autónoma del Atlántico Sur (R.A.A.S).

Al Oeste: con el lago Cocibolca.

Imagen 1: **Macro localización del proyecto**



Fuente: Sitio web, Nicaragua mostrando su división política.

### 2.1.2 Micro localización

El Municipio de Juigalpa, se localiza entre las coordenadas 12°06'22" Latitud Norte y 85°21'52" Longitud Oeste.

La comunidad de San Ramón, pertenece al Municipio de Juigalpa, el cual está; bajo la jurisdicción del departamento Chontales de la República de Nicaragua. San Ramón, dista del casco urbano del Municipio de Juigalpa a 2.5 kilómetros. Tiene una extensión de 2,741 ha, se localiza sobre la carretera Juigalpa- Puerto Díaz, se toma a la derecha del gancho de camino que está a unos 500 mts después del puente El Santuario. Sus límites son:

Norte: San Esteban.

Sur: Comarca El Cóbano.

Al Este: Con el casco urbano de Juigalpa.

Al Oeste: Comarca San Miguelito.

Imagen 2: **Micro localización del proyecto**



Fuente: Sitio web, Mapa e imagen de satélite de Municipio de Juigalpa en Chontales.

## 2.2 Perfil socio-económico

### 2.2.1 Población

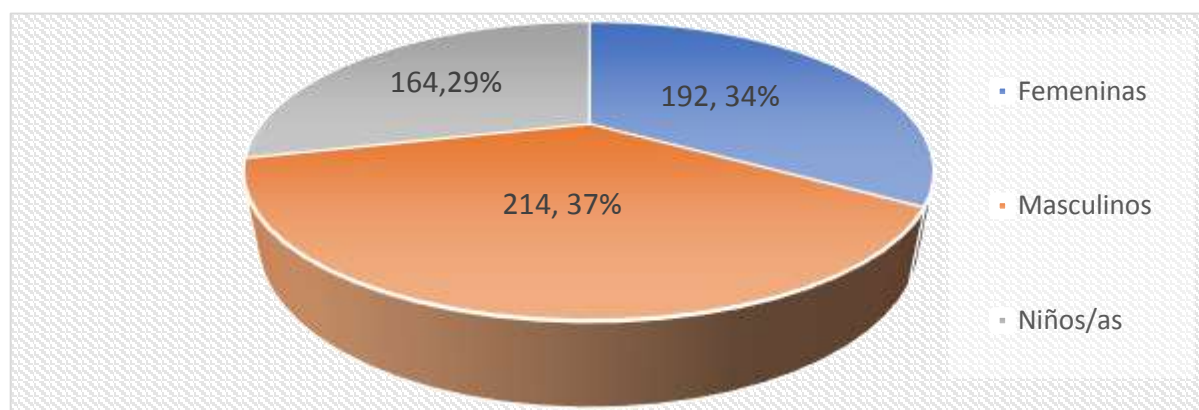
La comunidad de San Ramón es calificada como un sector rural concentrado. La comuna tiene una población de 570 personas que habitan en 91 viviendas, para un índice de 6 hab./viviendas. En la tabla 1 se presenta un resumen de la población y viviendas de la comunidad.

Tabla 1: **Información general de la población**

Comunidad	Población y viviendas						
	Niños	Adultos	Total	N° Viviendas	Hab./ Viv.	N° Familias	Hab. / Fam.
San Ramón	164	406	570	91	6	95	6
Descripción			Valor numérico			Valor Porcentual	
Femeninas			192			34%	
Masculinos			214			37%	
Niños/as			164			29%	
Total			570			100%	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: **Población general de San Ramón**



Fuente: Elaboración propia

La población general total de la comunidad de San Ramón es de 570 para un 100% de personas de ambos sexos de los cuales 214 equivalen a un 37% del sexo masculino, 192 corresponde a un 34% del sexo femenino y 164 pertenecen a un 29% de niños que habitan en la localidad.

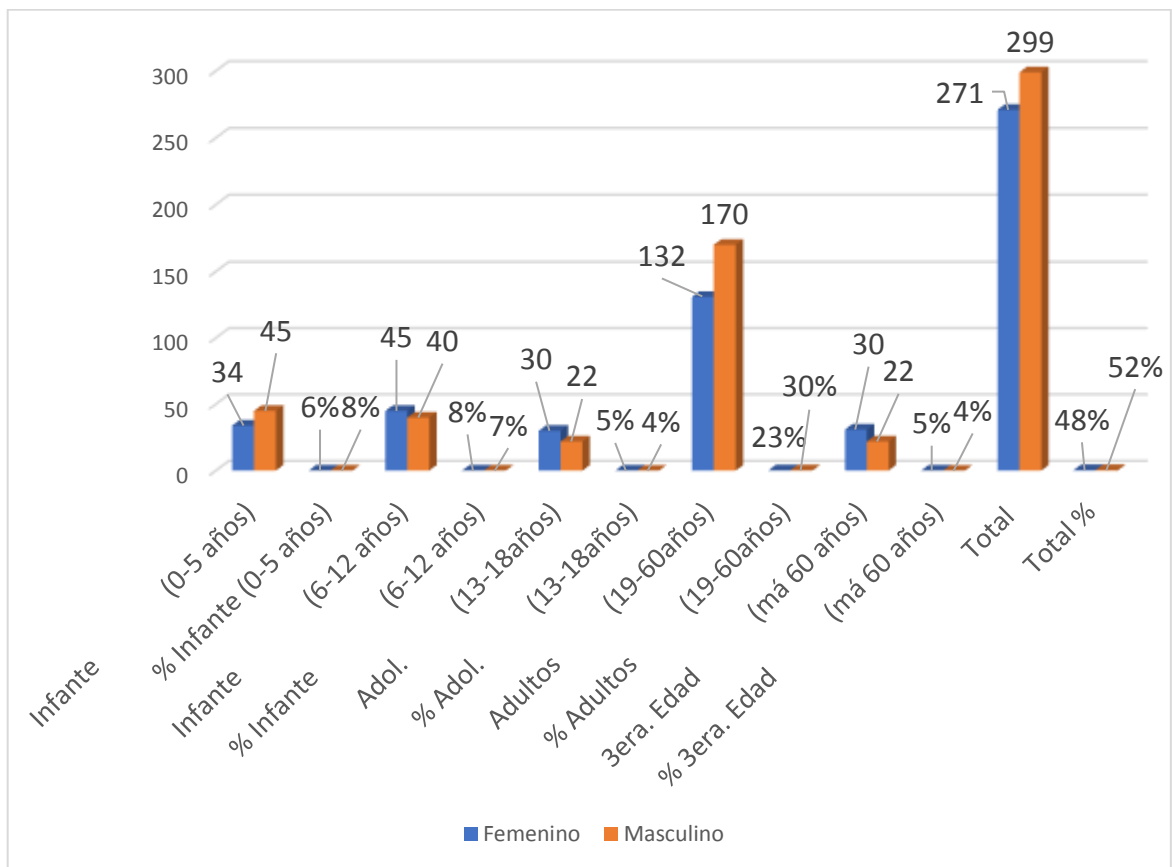


Tabla 2: **Grupos etarios según género**

Género	Infante (0-5 años)	Infante (6-12 años)	Adol. (13-18 años)	Adultos (19-60 años)	3era. Edad (más 60 años)	Total	Total %
Femenino	34	45	30	132	30	271	48%
Masculino	45	40	22	170	22	299	52%
Sub total	79	85	52	301	53	570	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: **Grupos etarios según género**



Fuente: Elaboración propia

- Se observa dentro del rango de edad de 0 a 5 años que habitan 79 equivalente a un 14% de infantes de ambos sexos de los cuales 34 representan un 6% perteneciente al sexo femenino, y 45 equivalen a un 8% de sexo masculino.

- Se observa dentro del rango de edad de 6 a 12 años que habitan 85 equivalente a un 15% de niños de ambos sexos de los cuales 45 representan un 8% perteneciente al sexo femenino, y 40 equivalen a un 7% de sexo masculino.
- Se observa dentro del rango de edad de 13 a 18 años que habitan 52 equivalente a un 9% de adolescentes de ambos sexos de los cuales 30 representan un 5% perteneciente al sexo femenino, y 22 equivalen a un 4% de sexo masculino.
- Se observa dentro del rango de edad de 19 a 60 años que habitan 301 equivalente a un 53% de adultos de ambos sexos de los cuales 132 representan un 23% perteneciente al sexo femenino, y 170 equivalen a un 30% de sexo masculino.
- Se observa dentro del rango de edad mayores de 60 años que habitan 52 equivalente a un 9% de personas de la tercera edad de ambos sexos de los cuales 30 representan un 5% perteneciente al sexo femenino, y 22 equivalen a un 4% de sexo masculino.

Incluyendo a niños y adultos, en total se encontró 271 que equivale al 48% de sexo femenino y 299 equivalen a un 52% de sexo masculino.

### **2.2.2 Servicios e infraestructuras existentes**

**Energía eléctrica:** En comunidades aledañas como San Ramón cuenta con este servicio, pero de un total de 91 vivienda solamente 62 están conectadas y la tarifa máxima que se ha registrado es de C\$ 400.00 y el mínimo es de C\$ 290.00 por mes.

**Medios de comunicación disponible:** televisores, radios y logran comunicarse por medio de celulares ya que cuentan con acceso a red de comunicación tanto Claro como Movistar.

**Transporte:** cuenta con un camino macadam para todo tiempo, pero no poseen servicio de transporte público, se trasladan a la ciudad en su medio de transporte personal (vehículo, motocicleta y/o bicicleta), al ride, a caballo e incluso a pie.

**Salud:** No existe ningún centro que brinde este servicio las personas, unas se automedican, otras son atendidas en el centro ubicado en la ciudad de Juigalpa y para caso de mayor gravedad se recurre al hospital del mismo municipio antes mencionado.

**Educación:** En la comunidad de San Ramón, existe una escuelita llamada Isaac de Leo que cuenta con un pabellón de tres aulas cada uno construido por EL FISE (Fondo de Inversión Social de Emergencia) en el año 1995, en el cual se brinda la enseñanza desde pre-escolar hasta Sexto Grado en el turno Matutino. Para poder brindar este servicio el MINED ha asignado tres docentes, uno para impartir pre-escolar, el segundo asignado al multigrado de 1ro a 3er y un tercer docente que imparte también multigrado que va de 4to a 6to.

La comuna para profesar su fe cuenta con **una capilla católica y una iglesia evangélica**. Posee también un Cementerio Comunal.

### **2.2.3 Actividades económicas**

La economía de la región reposa en su potencial en actividades agropecuarias por otro lado está la fabricación industrial de jabón líquido. Otra parte de la población viaja a laborar a la ciudad de Juigalpa. Los principales cultivos en la comunidad son el Maíz, Frijoles y pastizales. En la comunidad existen tres pulperías en la cuales se venden productos como: Maíz, Frijoles, Arroz, Sal, Azúcar, Cal, Jabón, Aceite, gaseosas y la mayoría de productos de consumo doméstico. El ingreso por Familia por mes es de C\$ 5,500.

### **2.2.4 Situación habitacional**

En la comunidad en estudio, hay en total 95 familias. Las 95 familias presentes en la localidad, habitan en 87 viviendas. Las cuales, para la recopilación de datos fueron encuestadas una a una.

**Tabla 3: Número de familias por casa**

Sexo	1	2	3	Total	Total%
Masculino	18	3	0	21	24%
Femenino	62	3	1	66	76%
Total	80	6	1	87	100%

**Fuente: Elaboración propia**

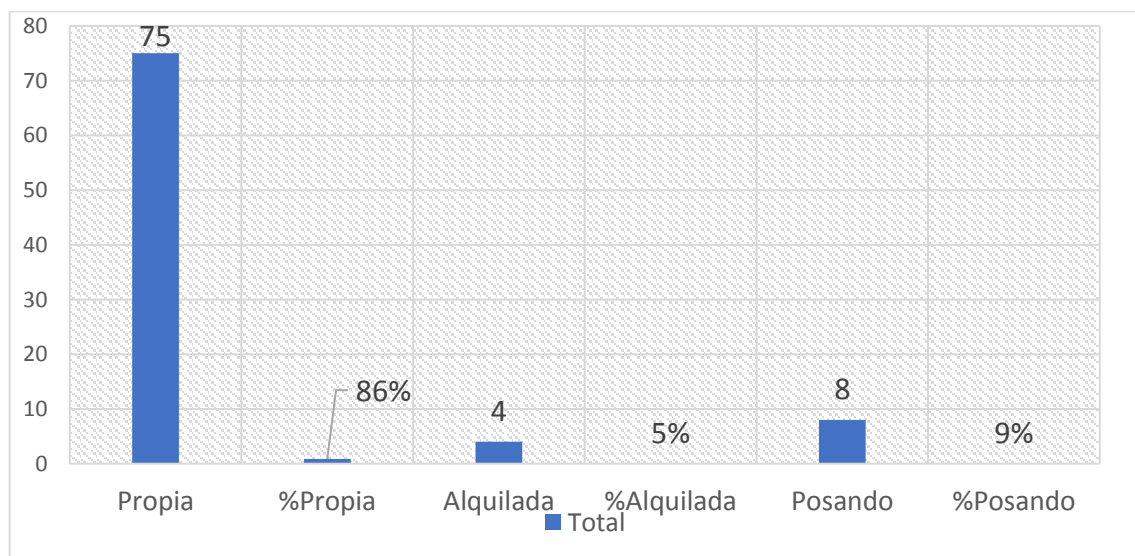
Se observa que, 80 correspondiente a un 92% expresaron que en la casa habita únicamente una familia, 6 equivalen a un 7% respondieron que habitan dos familias y 1 correspondiente a un 1% de las 87 viviendas encuestadas expreso que habitaban 3 familias. Es decir, de las 87 habitaciones, en 80 habita una familia, en 6 residen dos y en una 3; totalizando con ello, 95 familias en la comunidad.

**Tabla 4: Estado propietario de la vivienda**

Título de propiedad	Propia	Alquilada	Posando	Total	Total %
Poseo	57	-	-	57	66%
No poseo	3	4	8	15	17%
En trámite	9	-	-	9	10%
Derecho de posesión	6	-	-	6	7%
Total	75	4	8	87	100%

**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico 3: Estado propietario de la vivienda**



**Fuente: Elaboración propia**

El 86% de las familias de la comunidad posee viviendas propias, el 5% alquila y un 9% se encuentra posando. De las 75 casas equivalentes a un 86% que son propias, 57 correspondientes a un 66% poseen título de propiedad, 9 equivalentes a un 10% están en trámites, 6 que representan un 7% tienen derecho de posesión y 3 que representan un 3% no poseen título de propiedad, ni están en trámites.

### 2.2.5 Infraestructura de la vivienda

En la comunidad de San Ramón se encontraron 91 viviendas, de las cuales, 4 están en construcción (material de sus paredes, mampuesto). Por ende, se aplicó una encuesta casa a casa; a las 87 viviendas que hasta el momento son las habitadas.

**Tabla 5: Infraestructura de la vivienda**

Descripción	Tipo de paredes				Tipo de Techo		Tipo de Piso		
	Mampostería	Madera	Zinc	Plástico	Zinc	Teja	Tierra	Concreto/baldosa	Cerámica
San Ramón	76	3	6	2	86	1	36	44	7

**Fuente: Elaboración propia**

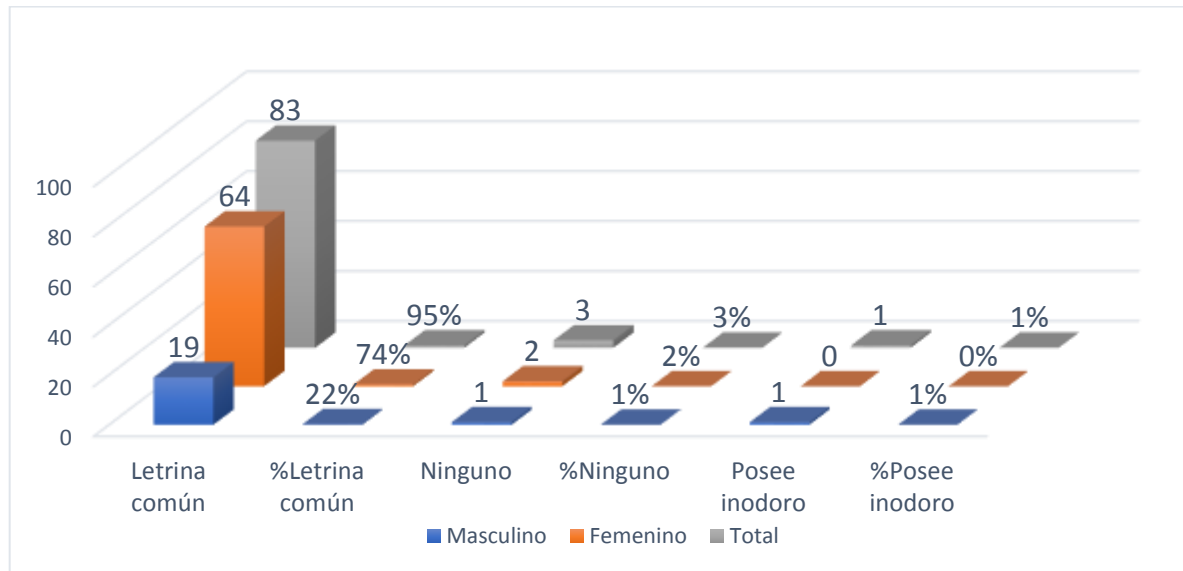
La mayoría están construidas con material local, 76 referente a un 88% de las viviendas poseen paredes de mampostería, 3 equivalentes a un 3% son de madera, 6 referentes a un 7% son de zinc y 2 que representan un 2% de plástico. En cuanto a la tipología del techo de las viviendas, 86 referente a un 99% poseen techos de zinc y 1 equivalente a un 1% teja. Los pisos de las casas, 36 que representan un 41% son de tierra, 44 referentes a un 51% embaldosados y 7 que equivalen a un 7% de cerámica.

**Tabla 6: Sistema higiénico en la vivienda**

Sexo	Letrina común	Ninguno	Posee inodoro	Total	Total
Masculino	19	1	1	21	24%
Femenino	64	2	0	66	76%
Total	83	3	1	87	100%

**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico 4: Sistema higiénico en la vivienda**



**Fuente: Elaboración propia**

De las 87 viviendas encuestadas, 83 que equivale a un 95% de las viviendas posee letrina común, uno de los encuestados de sexo masculino expreso que su vivienda tiene inodoro dato que equivale a un 1% y 3 que representan el 3% de las casas habitadas no poseen ningún tipo de servicio higiénico.

**Tabla 7: Número de habitantes por vivienda**

Descripción	Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco	Seis	Siete	Doce	Trece	Total. Viv.Enc.
San Ramón	1	2	3	4	5	28	37	3	4	87
Total Hab.	1	4	9	16	25	168	259	36	52	570

**Fuente: Elaboración propia**

En 1 de las viviendas que equivale a un 1% de las 87 casas encuestadas habita únicamente una persona, en 2 que equivalen a un 2% de las viviendas habitan 2 personas, en 3 que representan a un 3% viven 3, en 4 que equivalen a un 5% habitan 4 individuos, en 5 que refieren a un 6% habitan 5 personas, en 28 que equivalen a un 32% habitan 6 personas, en 37 que representan a un 43 % de las casas habitadas viven 7 personas, en 3 de las casas que equivalen a un 3% habitan 12 personas y en 4 casas que refieren a un 5% viven 13 individuos.

Al multiplicar el número de habitantes por la cantidad de viviendas en las que el encuestado dijo estar habitando dichas cantidades, se obtuvo una población total de 570 personas, que al dividirlos entre las 87 viviendas habitadas; genera un índice habitacional de  $6.55 \approx 6$  hab./vivienda (seis habitantes por vivienda).

### 2.2.6 Situación ocupacional

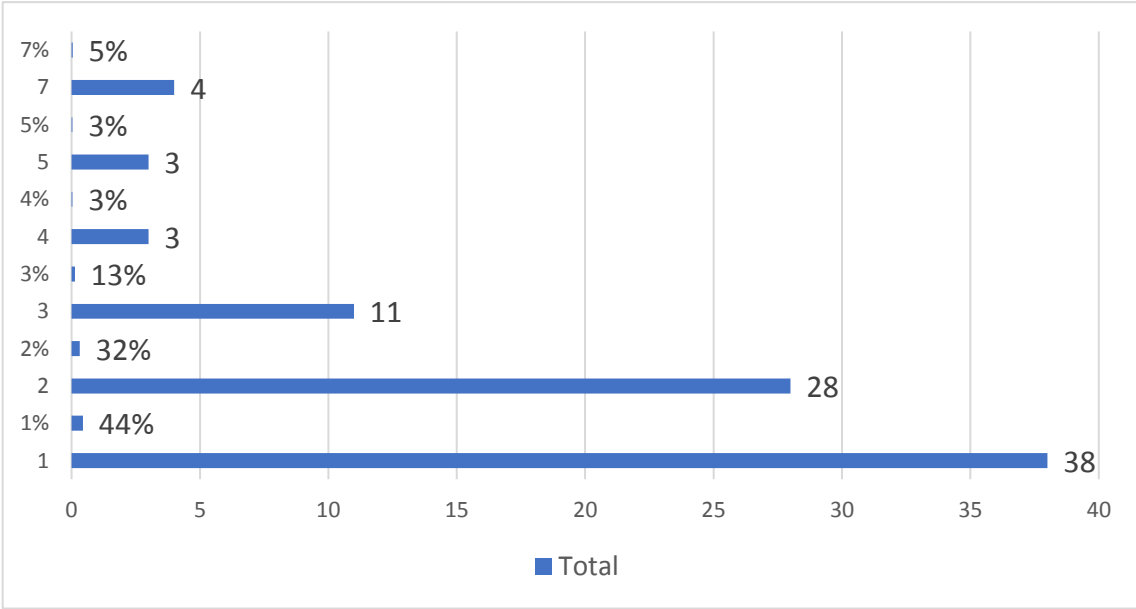
La principal actividad a que se dedican las personas que trabajan lo hacen en labores agrícolas, con un 89%, la cual es desarrolla mayoritariamente por el sexo masculino, en segundo orden están los empleados públicos con un 10% y otras actividades no definidas con un porcentaje del 1%, comercio y otros.

Tabla 8: **Personas que trabajan por casa**

Descripción	Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco	Siete	Total
Masculino	17	0	0	0	0	4	21
Femenino	21	28	11	3	3	0	66
Total	38	28	11	3	3	4	87

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: **Personas que trabajan por casa**



Fuente: Elaboración propia

De las 87 casa de habitación encuestadas, 38 que representa un 44% respondieron que en sus viviendas trabaja una persona, 28 que equivalen a un 32% expresaron que 2 son quienes trabajan, 11 que refiere a un 13% respondieron que en su casa son 3 personas activas laboralmente, 3 que equivale a un 3% expresaron que 4, otras 3 expresaron que de su vivienda son 5 quienes poseen trabajo, y 4 que equivale a un 5% respondieron que de su casa son 7 individuos quienes trabajan.

**Tabla 9: Nivel de empleo en la población**

Comunidad	Población Empleada			Población desempleada		
	H	M	Total	H	M	Total
San Ramón	170	12	182	22	180	202
Valor %	93	7	100	11	89	100

**Fuente: Elaboración propia**

En relación a la población total económicamente activa es de 182 personas que equivalen a un 47% tiene empleo y 202 que representan un 57% está desempleado. La población que posee mayor fuente de trabajo son los hombres, quienes representan el 93% y las mujeres el 7%. Se observa un nivel alto de desempleo que alcanza el 89% en las mujeres y el 11% en los hombres.

### **2.2.7 Ingreso mensual por familia**

En base a resultados en los análisis de censo y encuesta socioeconómica realizados, indican que el ingreso promedio por familia es de C\$ 5, 958 para la comunidad San Ramón.

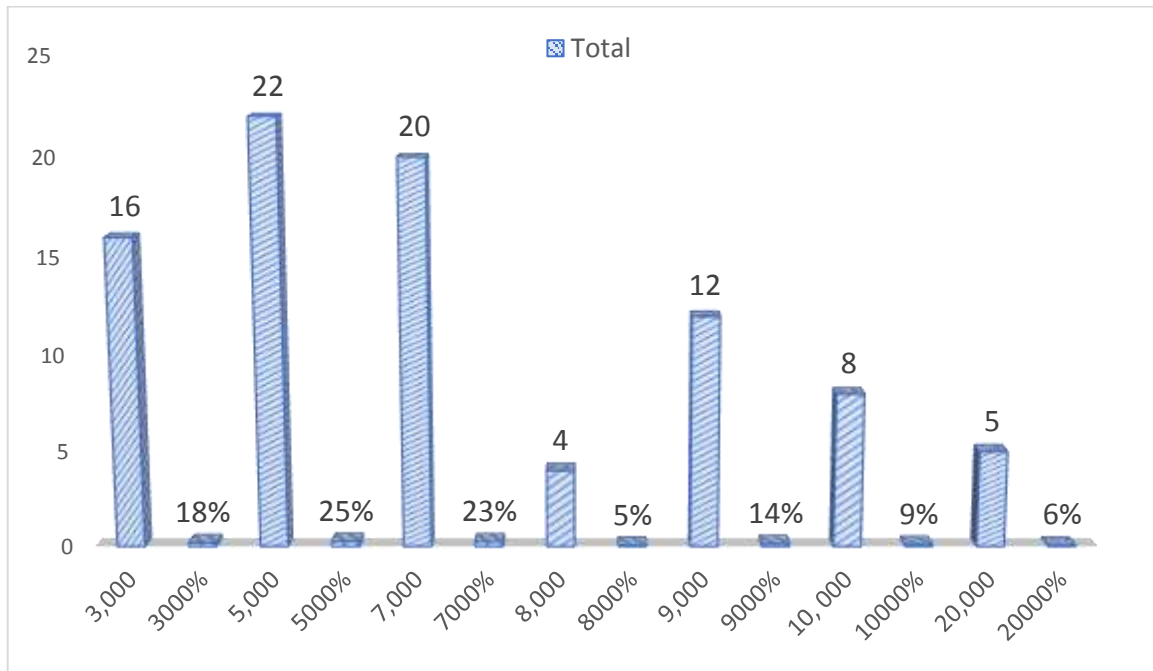
**Tabla 10: Ingreso mensual por familia**

Sexo	Ingresos en córdoba							
	3,000	5,000	7,000	8,000	9,000	10, 000	20,000	Total
Masculino	8	2	1	0	4	2	4	21
Femenino	27	8	12	4	8	6	1	66
Total	35	10	13	4	12	8	5	87

**Fuente: Elaboración propia**



**Gráfico 6: Ingreso mensual por familia**



**Fuente: Elaboración propia**

En la comunidad de San Ramón el 18% percibe un ingreso menores e iguales de C\$3000.0, el 25% ingresos mensuales de C\$5000.0, un 23% de las casas C\$7000.0, el 5% tienen ingreso entre C\$8000.0, un 14% de las viviendas C\$9000.0, un 9% de las casas refiere que su ingreso mensual familiar oscila por los C\$ 10,000.0 y un 6% anda por los C\$ 20,000.

### **2.2.8 Situación actual del abastecimiento de agua**

Los pobladores de la Comunidad San Ramón se abastecen de agua a través 2 pozos comunales (2002 proyecto), y, una de las familias cuenta con un pozo privado; todos los pozos son perforados con diámetro de Ø4" con profundidades promedio de 300ft. Caudal 3 y 8 galones por minuto, cloración por parte de los comunitarios. En la comunidad hay un comité de agua potable. El pozo privado está equipado con bomba eléctricas y los pozos públicos están equipados con bomba manual de pistón. (Ver ANEXOS 1 y 2)

**Tabla 11: Fuente de abastecimiento actual**

Comunidad	Pozos Perforados	Pozo de abastecimiento		
		Público	Privado	Total
San Ramón	3	2	1	3
Número de viviendas abastecidas		86	1	87

**Fuente: Elaboración propia**

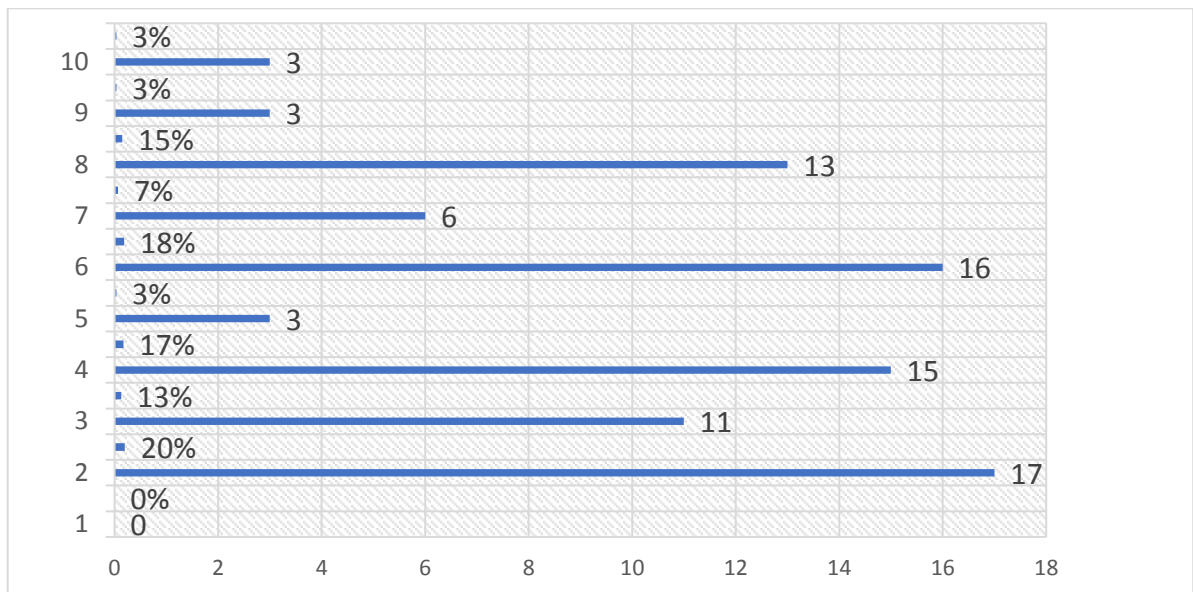
Al realizar el inventario de pozo se encontró dos pozos sin agua y un pozo perforado abandonado. Los pozos públicos abastecen a un total de 94 familias, los pozos privados suministran agua una sola vivienda. Cabe destacar, que uno de los pozos no sufraga las necesidades de los comunitarios y por ellos se ven obligados a caminar hasta el otro pozo comunal o la quebrada cuando, si esta última presta las condiciones en ocasiones.

**Tabla 12: Número de viajes realizados por día**

Descripción	Uno	Tres	Cuatro	Cinco	Seis	Siete	Ocho	Nueve	Diez	Total
Masculino	5	2	3	0	2	3	3	0	3	21
Femenino	12	9	12	3	14	3	10	3	0	66
Total	17	11	15	3	16	6	13	3	3	87

**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico 7: Número de viajes por día**



**Fuente: Elaboración propia**

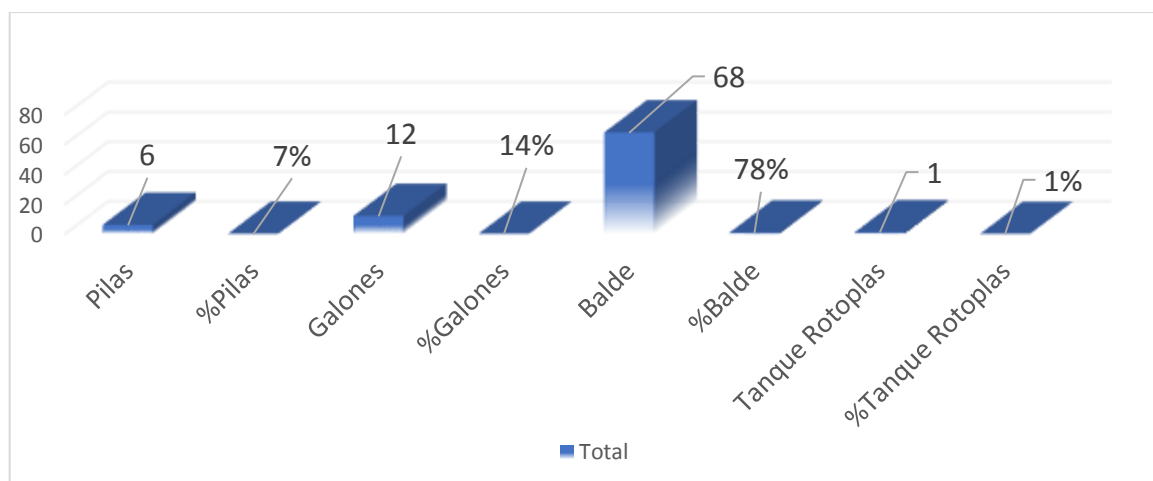
El 100% de las viviendas expresó que necesitan recurrir a las fuentes para abastecerse del vital líquido; de los encuestados, la cantidad de viajes van desde 2 al día hasta 10, prevaleciendo 2 viajes por día a los que respondieron 17 que equivalen a un 20% de las viviendas encuestadas y en segundo lugar 16 que refieren a un 18% los cuales expresaron realizar 6 viajes por día.

Tabla 13 : **Almacenamiento de agua en el hogar**

Descripción	Pilas	Galones	Balde	Tanque Rotoplas	Total
San Ramón	6	12	68	1	87

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: **Almacenamiento de agua en el hogar**



Fuente: Elaboración propia

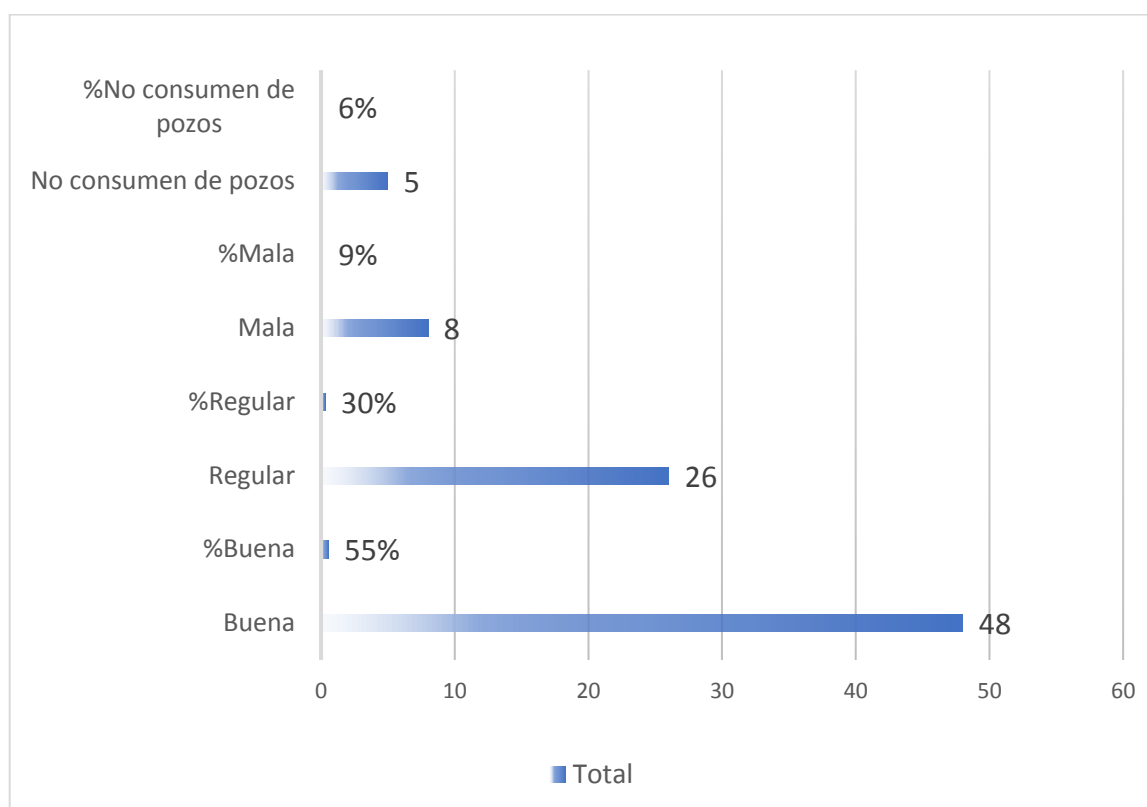
En cuanto al tipo de recipiente en que almacena el vital líquido cada hogar, prevalece el balde con un 68 que equivale a un 78%, el 7% hace uso de pilas, un 14% galones y una vivienda que representa un 1% posee tanque Rotoplas; cabe destacar que esta última es la vivienda que posee su propio pozo perforado.

Tabla 14: **Calidad del agua que consume**

Descripción	Buena	Regular	Mala	No consumen de pozos	Total
San Ramón	48	26	8	5	87

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 9: Calidad del agua que consume**



**Fuente: Elaboración propia**

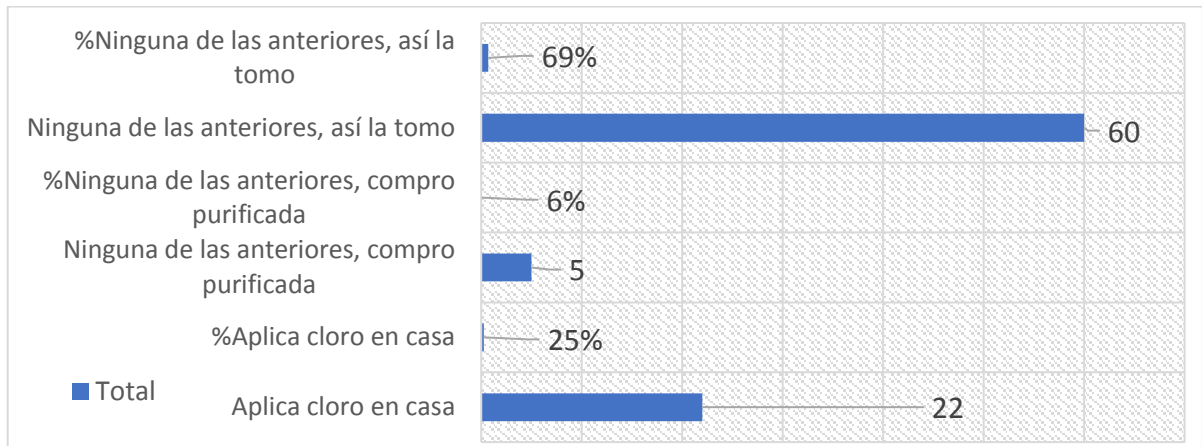
Un 55% de los encuestados calificó la calidad del agua que consume de los pozos comunales como buena, regular respondió el 30% y mala fue la calificación que le dio un 9%, 5 que equivalen a un 6% de las viviendas encuestadas expreso que no podría calificarla, ya que, no consumen agua de estos pozos, sólo le dan uso doméstico puesto que prefieren comprar garrafones de agua purificada en la ciudad Juigalpa.

**Tabla 15: Tratamiento al agua que consume**

Descripción	Aplica cloro en casa	Ninguna de las anteriores, compro purificada	Ninguna de las anteriores, así la tomo	Total
San Ramón	22	5	60	87

**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico 10: Tratamiento al agua que consume**



**Fuente: Elaboración propia**

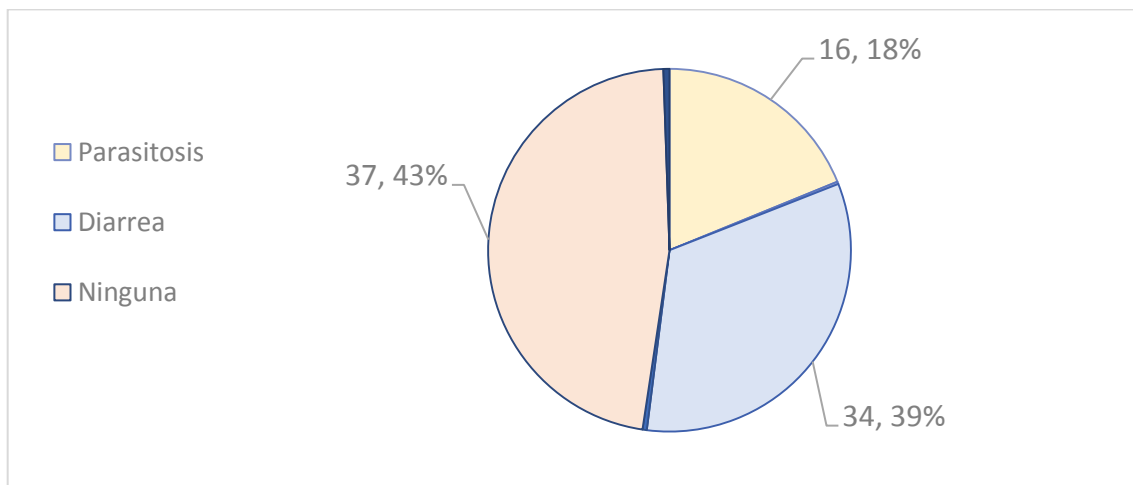
En la localidad en estudio, 60 que equivale a un 69% de los pobladores se toma el agua tal y como la extrae de la fuente, en contraste 22 que refieren a un 25% le aplican cloro en sus casas y 5 que representan un 6% no consideran ningún tipo de tratamiento puesto que compran agua purificada.

**Tabla 16: Enfermedades padecidas recientemente**

Descripción	Parasitosis	Diarrea	Ninguna	Total
San Ramón	16	34	37	87

**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico 11: Enfermedades padecidas recientemente**



**Fuente: Elaboración propia**

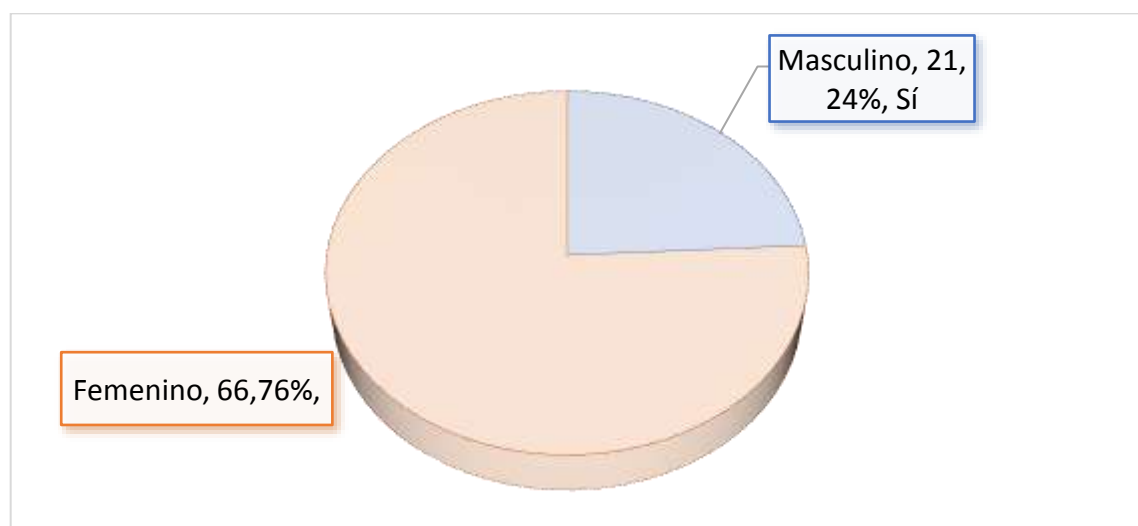
Haciendo un breve análisis en la comunidad se observa que el 39% de los pobladores de San Ramón expresaron que en los últimos 6 meses han padecido de diarrea (infección intestinal y parasitaria), 16 que refieren a un 18% de parasitosis y 37 que equivalen a un 43% expresaron no haber padecido ninguna enfermedad en el último semestre.

**Tabla 17: Aceptabilidad de un proyecto de esta índole**

Descripción	Sexo		Total
	Masculino	Femenino	
Sí	21	66	87
No	0	0	0
Total %	24%	76%	100%

**Fuente: Elaboración propia**

**Gráfico 12: Aceptabilidad de un proyecto de esta índole**



**Fuente: Elaboración propia**

De las 87 viviendas encuestadas, 66 que equivale a un 76% pertenecían al sexo femenino y 21 que representa un 24% masculino, ambos sexos expresaron rotunda aceptabilidad a un sistema de agua potable domiciliario; el 100% de los informantes manifestaron que sí les encantaría formar parte de un proyecto de esta índole.

## 2.2.9 Aspecto ambiental

### 2.2.9.1 Alcantarillado sanitario

En la actualidad la comunidad San Ramón, no cuenta con un sistema público de alcantarillado sanitario. La utilización de letrinas perforadas es el sistema más usado en la comunidad para la disposición final de excretas, dichos cubículos normalmente poseen una vida útil es de 3 a 5 años, al transcurrir ese tiempo son reemplazados en lugares adyacentes por otras del mismo tipo.

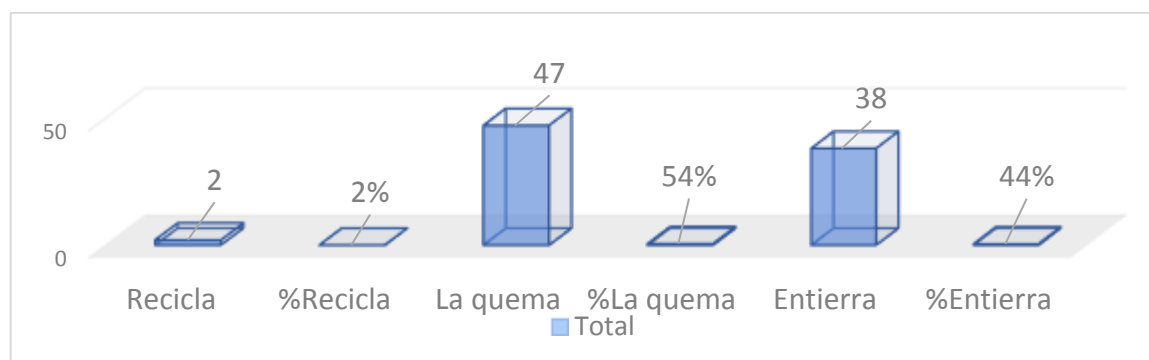
### 2.2.9.2 Drenaje pluvial

El agua de lluvia es drenada de forma natural sobre las calles ya que la comunidad en estudio, no cuenta con un sistema de drenaje pluvial.

### 2.2.9.3 Basura

En esta comunidad rural no existe servicio de recolección y disposición de desechos sólidos, por ello, en 2 viviendas que refieren a un 2% la recicla, 47 que representan un 54% la queman y 38 que equivale a un 44% de los habitantes optan por enterrarla; dichas acciones representan factores de riesgos en cuanto a contaminación del ambiente y proliferación de enfermedades.

Gráfico 13: **Disposición de desechos sólidos**



Fuente: Elaboración propia



# CAPÍTULO III.

## MARCO TEÓRICO

**" Si mañana por la mañana pudieses hacer agua limpia para el mundo, habrías hecho lo mejor que puedes hacer para mejorar la salud humana y la calidad medioambiental"**

William C. Clark



## **CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO**

### **3.1 Diagnóstico**

En primera instancia, se realizó un diagnóstico de la obra existente del sistema de agua potable, es decir, del punto de acople (que tendrá la función de fuente de abastecimiento), determinando el estado técnico, se instaló registrador de presión para determinar las condiciones del servicio de agua potable y toma de muestra para la recopilación de los datos de calidad de agua; mediante laboratorios y análisis respectivo.

### **3.2 Normas de diseño**

Instituciones encargadas de regular los diversos sistemas de abastecimiento de agua potable, basadas en una serie de experiencias y estudios realizados tanto a nivel nacional como internacional; han establecido un conjunto de normas y criterios de diseño que rigen el buen funcionamiento de los acueductos. En el presente trabajo, se utilizaron las Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua, establecidas por INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados) como Ente Regulador de dicho servicio; adaptadas a la realidad del país.

### **3.3 Estudios básicos**

Antes de iniciar el diseño de un sistema de esta índole, se deberá tener un buen conocimiento del área donde se pretenderá implantar, para esto es necesario realizar investigaciones de todas las condiciones que pueden significar aporte de datos para un diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir.

### **3.3.1 Estudio socioeconómico**

Todo proyecto requiere la ejecución de un estudio socioeconómico, este tiene como objetivo conocer la capacidad económica de la población; ya que, la construcción de mini acueducto, implica inversiones de cuantiosos recursos tanto humanos como técnicos y económicos. En todo sistema de abastecimiento del vital líquido, la mano de obra de operación y mantenimiento son inevitables y deben ser cubiertos por los habitantes beneficiados.

Según (INAA,1998, p.13) “Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias”.

Los estudios socioeconómicos son estimados por las normativas y reglamentos nacionales que rigen los sistemas de acueductos, las cuales, son emitidas por los entes reguladores del servicio, en nuestro país el encargado de lo antes mencionado es ENACAL. Dicha institución, en base a el sistema a aplicar y los datos u características estimadas por dichos análisis, se encargará también de monitorear la tarifa a aplicarles a los comunitarios por la adquisición del servicio; tales aranceles, son estimados en un recibo que es extendido mensualmente a cada hogar tomando en cuenta el consumo registrado por el medidor.

### **3.3.2 Estudio demográfico**

El proceso de sistematización de un proyecto de agua potable implica la recopilación de datos habitacionales, con ello se obtiene, la cuantificación de la población a beneficiar y la distribución de esta en grupos etarios, y, el índice de crecimiento poblacional anual del sitio, el cual permite, la proyección poblacional respecto a los años de vida útil que poseerá el sistema, y, con este último se define el caudal de diseño necesarios para el sufragio efectivo del servicio.

En Nicaragua, el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), se encarga de recopilar y proporcionar datos poblacionales del país; que definen el comportamiento habitacional tanto de las zonas urbanas como del área rural, facilitando así el índice de crecimiento poblacional; su primer registro estadístico fue recopilado en el año 1971. Cabe destacar, que dicha institución no posee información de los municipios u comunidades rurales que se conmemoraron como tales en años posteriores al 2005, ya que, el último censo se ejecutó en ese año.

Las comunidades relativamente nuevas ante la carencia de registros en INIDE, tal caso, del poblado en estudio, obtiene la información en base a fuentes propias, es decir, ejecutando en el periodo de análisis un censo poblacional con el fin de recopilar datos actuales y con un índice de crecimiento de referencia, este último podría ser del Municipio jurisdiccional, y, de esta manera realizar el debido dimensionamiento de los elementos a utilizar y así mismo establecer la población futura a servir en el periodo de diseño.

Según (INAA, 1992, p. 2) “Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados”.

El censo se realiza con el fin de tener los datos actualizados de la población existente de la comunidad en estudio para de esta forma proyectar la tasa de crecimiento en el periodo de diseño y así cualificar el poblado, al mismo tiempo conocer las condiciones en las que se encuentra las fuentes de las que se están abasteciendo los habitantes del lugar y las enfermedades a las que se están exponiendo los comunitarios. Dicha proyección es permitida ejecutar mediante el método geométrico que establece la norma nacional NTON 09001-99; evaluando el comportamiento poblacional a nivel del Departamento y Municipio al cual pertenece la comuna en estudio. En la fuente se precisa de estudios de calidad de agua, evaluándola en base a valores expresados en la Normativa CAPRE.

### **3.3.3 Levantamiento topográfico**

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. Una vez reconocida el área perimetral de la población y preseleccionado los sitios convenientes para punto de acople, área de tratamiento, tanque de almacenamiento, líneas de conducción y red de abastecimiento, se procederá a efectuar los levantamientos topográficos de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada.

En un levantamiento topográfico se toman los datos necesarios que sirven de guía para determinar las diferencias de alturas en el terreno, la carga por elevación y los niveles de descarga del agua.

### **3.3.4 Población a servir**

En los mini acueductos por gravedad, la población es el componente más variable que tenemos en el diseño de provisión de agua. Una población puede en términos generales crecer, estacionarse o decrecer. Aparte de las características poblacionales, debemos tener en cuenta la distribución geográfica y densidad de la misma.

Según (INAA, 1992, pág.9) “La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema”.

La población se puede obtener de los censos nacionales de INIDE o recopilando datos casa a casa para determinar la cantidad de habitantes del año base. En función de esas variables es que se debe realizar una proyección o tiempo del período de diseño que se define como el lapso que va desde la puesta en funcionamiento de un sistema o parte de él, hasta el momento en que se supone las condiciones establecidas en el proyecto.

#### **3.3.4.1 Tasa de crecimiento**

La investigación de la tasa de crecimiento histórico, sirve de base para efectuar la proyección de población. Las informaciones de datos poblacionales se pueden obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales de 1950, 1963 y 1995, INIDE, MINED Y EL MINSA. INAA, indica que la tasa de crecimiento no debe ser menor del 2.5%, ni mayor que 4%;  $2.5\% < r < 4\%$ .

#### **3.3.4.2 Proyección poblacional**

Una proyección de población utiliza el método Geométrico, con la tasa de crecimiento calculada en base a registros históricos del censo nacional del año 2005 INIDE y el censo realizado en la comunidad. Es un cálculo que refiere el crecimiento aproximado previsto en el número de habitantes de un lugar para un año futuro dado. Con el fin de determinar la población existente y el número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para una comunidad. Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

#### **3.3.5 Dotación de agua**

La dotación es la cantidad de recurso hídrico que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo humano, más los diversos usos domésticos racionalizados para cada individuo; en términos generales, son considerados todos los servicios que demanda cada integrante familiar en una hora o día promedio. En palabras más sencillas cuantificamos la producción del recurso que debe proporcionar el sistema a emplear con el fin de satisfacer efectiva y óptimamente a la comunidad.

Según ( Técnicas, 1998,p.3.1) “La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de: Nivel de Servicio adoptado, Factores geográficos, Factores culturales y Uso del agua. “

Cuando se habla de factores de la dotación se refiere que, no es igual la dotación asignada para la ciudad de Managua en comparación a la estimada para el Municipio de Juigalpa, o una comunidad Rural, la primera tiende a ser mayor; ya que, los hábitos diarios varían según la cultura de cada sitio, por ende, los usos y la cantidad del vital líquido destinados para cada actividad habitual variaran.

Cabe destacar, que las instituciones públicas (Escuelas, Iglesias, Centros de Salud, entre otros...), y las Industrias existentes, y, en caso de que haya hidrantes en el sitio en estudio, influirán también en el caudal de diseño; ya que, a cada uno se le asigna un factor u porcentaje de uso, y, este se le aplica al gasto obtenido según la población total, justificando así el agua demandada por dichas entidades.

### **3.3.6 Nivel de servicio**

Tomas Domiciliares: Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

## **3.4 Parámetros de diseño**

### **3.4.1 Periodo de diseño**

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema. Se denomina periodo económico del proyecto al número de años para el cual se diseña una obra de abastecimiento de agua potable considerando que durante ese periodo se proporcionara un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios

y optimizando la economía del proyecto sin descuidar los elementos técnicos y de sostenibilidad. Factores de importancia en esta determinación son:

- Vida útil de las estructuras y equipo tomados en cuenta obsolescencia, desgaste y daños.
- Ampliaciones futuras y planeaciones de las etapas de construcción del proyecto.
- Cambios en el desarrollo social y económico de la población: La fijación de un período económico está íntimamente ligado a factores económicos y su asignación está ajustado a criterios económicos, los cuales están regidos por los costos de construcción que inducirán a mayores o menores periodos de inversión, para atender la demanda que el crecimiento poblacional obliga.

En la práctica varía de 20, 30 hasta 50 años y depende de factores tales como: economía, fondos disponibles, criterio del diseñador, etc. En nuestro país se considera razonable diseñar el proyecto para un período de 20 años.

### **3.4.2 Variaciones de consumo**

Las variaciones de consumo de un sistema de agua potable permiten determinar las horas del día cuando el consumo de agua por parte de la población llega a su punto máximo diario y horario. Dichas, están expresadas como factores de la demanda promedio diaria y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: Obras de captación, líneas de conducción, red de distribución, entre otras.

#### **3.4.2.1 Consumo Promedio Diario (CPD)**

El Consumo promedio diario, es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año.

#### **3.4.2.2 Consumo Máximo Día (CMD)**

El Consumo máximo diario, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año.

#### **3.4.2.3 Consumo Máximo Hora (CMH)**

El consumo máximo horario, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio.

#### **3.4.3 Pérdidas en el sistema**

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicios en el sistema. Dentro del diseño, es necesario considerar estas pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, esta se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua según las normas del INAA, el porcentaje se fijará en un 20%.

### **3.5 Fuentes de abastecimiento**

Son aquellos recursos que se encuentran en la naturaleza, o en el ambiente (creado) que pueden ser aprovechados por el hombre para su subsistencia o desarrollo tales como: acuíferos, manantiales, arroyos, ríos, lagunas, lagos, mares y océanos (NTON 05 – 029 – 06, 2006).

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.



- Mantener las condiciones de calidad necesaria para garantizar la potabilidad de la misma.
- Es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua para el día más crítico (Día de Máximo Consumo).

### **3.5.1 Obras de captación**

La obra de captación consiste de una estructura o elemento colocado directamente en la fuente de abastecimiento con el fin de captar el caudal demandado. Su diseño depende de la tipología d la fuente de abastecimiento seleccionado y sus características.

### **3.5.2 Líneas de conducción por gravedad**

Para que se utilice la distribución por gravedad, es necesario que la fuente del suministro, sea un largo o un embalse, situado en algún punto elevado respecto a la ciudad, de manera que pueda mantenerse una presión suficiente en las tuberías principales. Este método es el más aconsejable si la conexión que une la fuente con la ciudad es de tamaño adecuado y está bien protegida contra roturas accidentales

### **3.5.3 Red de distribución**

En el diseño de la red de distribución, se requiere del buen criterio del proyectista, sobre todo en aquellas zonas en las que no se tienen planes reguladores del desarrollo de las mismas, que permitan visualizar el desarrollo de la ciudad al final del periodo de diseño.

Los sistemas de distribución tienen las siguientes funciones:

- Suministrar el agua potable suficiente a los diferentes consumidores en forma segura.

- Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.

Las redes de distribución de agua potable en los pueblos y ciudades son generalmente redes que forman anillos cerrados. Por el contrario, las redes de distribución de agua en las comunidades rurales dispersas son ramificadas.

#### **3.5.4 Almacenamiento de agua tratada**

El almacenamiento del agua tratada tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo, y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia, como por ejemplo incendios. Existen dos tipos de tanques para agua tratada, tanques apoyados en el suelo y tanques elevados, cada uno dotado de dosificador o hipocloroso para darle el tratamiento y volverla apta para el consumo humano.

El tanque tiene funciones de almacenaje y de compensador de variaciones de los consumos. Desde el punto de vista de su localización con relación a la red de distribución se distinguen en tanques de cabecera y tanques de cola:

**Los tanques de cabecera:** se sitúan aguas arriba de la red que alimentan. Toda el agua que se distribuye en la red tiene necesariamente que pasar por el tanque de cabecera.

**Los tanques de cola:** como su nombre lo dice, se sitúan en el extremo opuesto de la red, en relación al punto en que la línea de aducción llega a la red. No toda el agua distribuida por la red pasa por el tanque de cola.

También existen tres tipos de tanques de acuerdo a los materiales de construcción los cuales se clasifican en:

**Mampostería:** es recomendable construir este tanque de este material en aquellas localidades donde se disponga de piedra de bolón o piedra cantera, no deberá tener una altura mayor de 2.5 m.

**Hormigón armado:** en la construcción de tanque con este material se debe considerar la permeabilidad del terreno y no deberá tener altura mayor de 3 m.

**Acero:** se propone este tipo de tanque cuando en la localidad no se disponga de materiales locales como en los casos anteriores y por razones de requerimiento de presiones de servicio.

Los depósitos de almacenamiento tienen como objetivo garantizar, la cantidad del vital líquido necesario para el consumo y presión adecuada.

### **3.5.5 Calidad del agua**

El agua es considerada el vital líquido, y la accesibilidad de esta es considerado un derecho; el termino calidad, va en dependencia del uso al que estará destinado el servicio, es decir, para consumo humano, únicamente doméstico u agrícola; en base a eso, todo recurso hídrico debe cumplir con las normas técnicas regidas por un ente nacional que regula los proyectos de esta naturaleza.

La calidad del recurso hídrico depende de ciertos parámetros, que definen tanto el estado fisicoquímico como biológico del recurso; los cuales, se subdividen en otra serie de aspectos a evaluar. Cabe destacar, que algunos de los mencionados tienden a ser percibidos a simple vista y otros únicamente mediante una serie de análisis desarrollados en pruebas de laboratorios; los cuales se hacen con muestras representativas del agua cruda. Para proteger la calidad del agua, el proyectista debe prever las condiciones presentes o futuras, para la prevención de las fuentes de agua evitando cualquier tipo de contaminantes, para lo cual deberá presentar las respectivas recomendaciones, en base a las disposiciones legales existente emitidas por las instituciones encargadas de la vigilancia, control y preservación del medio ambiente tales como INAA, MARENA, INETER entre otros...Todos ellos, entidades nacionales, encargadas de monitorear proyectos de índole ingenieril; ya que estos inciden tanto directa como indirectamente en el ambiente.

### 3.5.5.1 Características físicas

**Color:** el color en vital liquido puede ser de origen mineral o vegetal, causado por sustancias metálicas como el hierro o manganeso, materiales húmicos, taninos, algas, plantas acuáticas y protozoarios, por residuos orgánicos o inorgánicos.

**Turbiedad:** La turbiedad en el agua es atribuida principalmente a las partículas sólidas en suspensión, que inhiben la claridad y reducen la transmisión de la luz en el medio, puede ser provocada por sustancias como hierro y zinc, plancton, algas y detritos orgánicos. La turbidez está muy ligada al color y reduce la eficiencia del proceso de desinfección mediante la aplicación de cloro.

**Olor y sabor:** estos términos generalmente se confunden, aunque no pueden ser directamente correlacionados, con la seguridad sanitaria de la fuente de abastecimiento. Su estado puede causar rechazo por parte del consumidor. Las principales causas se deben, a descomposición de materia orgánica, algas y otros organismos microscópicos, y, presencia de hierro, manganeso y productos metálicos de corrosión.

### 3.5.5.2 Características químicas

**Potencial hidrogeno:** expresa la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de una solución cualquiera mediante la concentración del ion hidrogeno. El agua tiene un valor neutro del pH igual a 7, es decir, ni ácido ni alcalino. La adición de ácidos fuertes como el Ácido Sulfúrico o el clorhídrico bajan notablemente el valor del pH. Los valores del pH menor de 7 indican acidez, los iguales a 7 neutralidad y valores que van de 7 a 14 indican alcalinidad. El pH se determina por el método el colorímetro, con el aparato llamado pHcímetro.

**Alcalinidad:** Básicamente es la medida o capacidad del agua para neutralizar la acidez, dicha alcalinidad en las aguas naturales está dada en primera instancia por las sales de ácidos débiles o fuertes.

**Cloruros:** son iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, su presencia es necesaria en aguas potables por razones del gusto y por salud. En agua potable, el sabor salado producido por la concentración de cloruros es variable.

**Dureza:** es la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular cationes de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad. No se ha encontrado ninguna correlación entre las aguas con alto contenido de dureza y daños al organismo.

**Hierro y Manganeseo:** están muy frecuentemente ligados y son raras las aguas que los contienen independientemente. La presencia de Hierro en el agua produce mal sabor (amargo) y color rojizo, produce manchas en las ropas, aparatos sanitarios, y; se deposita en la red de distribución causando obstrucción, alteraciones en la turbiedad y color. El Manganeseo produce los mismos efectos que el hierro, además en los animales afecta el crecimiento y formación de los huesos, reproducción y la sangre. En las ratas tienden a producir cirrosis en cantidades altas.

**Nitrato:** es uno de los más frecuentes contaminantes de aguas subterráneas en áreas rurales. Debe ser controlado en el agua potable principalmente porque niveles excesivos pueden provocar metahemoglobinemia, o “la enfermedad de los bebés azules”.

Agua para el consumo humano, es aquella por que cumplir las características físicas-químicas en las condiciones enseñadas en la normatividad vigente, es apta para el consumo humano.

### **3.5.5.3 Características microbiológicas**

Las características microbiológicas del agua en los sistemas de abastecimiento de agua potable, tienen una gran importancia desde el punto de vista sanitario, debido a los múltiples efectos negativos que pueden causar en la salud de los consumidores del vital líquido. En este grupo, se incluyen todos los organismos vivos desde los microscópicos hasta organismos mayores como lo son las bacterias, algas, hongos, y protozoos; los cuales son capaces de ocasionar graves enfermedades intestinales como cólera, tifoidea, disentería, hepatitis infecciosa, entre otras. Por todo ello, es indispensable tener el control de la existencia y proliferación de estos organismos en el agua de consumo. (Ver ANEXO 3)



# CAPÍTULO IV.

## DISEÑO METODOLÓGICO

**“Salvar nuestro planeta, sacar a la gente de la pobreza, crecer económicamente, esta es la lucha. Debemos conectar los puntos entre el cambio climático, la escasez de agua, los cortes de energía. La solución es la misma para todos.”**

Ban Ki-moon

## **CAPÍTULO IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

El desarrollo del diseño del mini acueducto de abastecimiento de agua para consumo humano, se basará principalmente en “las Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua en el medio Rural”, que han sido actualizadas y ampliadas por el ente regulador INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados), en los criterios de Hidráulica y en los conocimientos básicos de Ingeniería Sanitaria permitiendo el cumplimiento de cada objetivo planteado.

### **4.1 Metodología de estudio**

El tema en desarrollo se correlaciona con el área de Diseño, construcción, Urbanismo y Territorio; ya que, se tomarán en cuenta principios ingenieriles para la formulación y modelación de un sistema que cumpla con las especificaciones técnicas y estándares sociales como, agua y saneamiento; todo ello, con el fin de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de dicha comunidad.

#### **4.1.1 Enfoque de investigación**

Dicha investigación es mixta (Cuali-cuantitativa), puesto que, mediante valores y procesamientos numéricos se dimensionaron los distintos elementos del sistema; pero esto fue también en base al modo de vida y características poblacionales de la comunidad a beneficiar. Por ello, se considera como predominio el carácter cualitativo, ya que, describe como categoría personal a los pobladores de la comunidad de San Ramón; la cual, manipula la impersonal que es sistema para abastecimiento de agua potable que es de suma importancia para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes y proporcionar el vital líquido en los alrededores de la ciudad.



#### 4.1.2 Línea de investigación

La línea de investigación del tema en cuestión es Hidráulica y Medio Ambiente, puesto que, para el desarrollo de dicho diseño se recurrirá a la aplicación tanto de bases teóricas como cálculos hidrosanitarios.

#### 4.1.3 Métodos de investigación

- **Inducción**, dicho método hizo posible consolidar las ideas principales, en base a principios ingenieriles plasmados en documentos que sirvieron como soporte técnico-teórico; todo ello, con el fin de dar respuesta a problemáticas latentes en la comunidad en estudio.
- **Deducción**, este permitió desarrollar el contenido partiendo del diagnóstico de la problemática latente en la comunidad, y con ello, se originó una idea que diese respuesta a dicha carencia, sirviendo esta como tema de investigación; al cual, se procedió a darle salida mediante la formulación de objetivos.
- **Análisis**, considerando la posibilidad de un sistema que inhibe la precariedad del servicio de agua potable, y, los factores de riesgo que dicha limitante representa para la salubridad de los individuos que habitan en la comunidad; se logró fundamentar la respuesta a dicha problemática con el uso de normativas existentes desarrolladas en base a diseño de sistemas similares al que necesita la comunidad en estudio.

#### 4.1.4 Materiales y métodos

- **Encuesta a pobladores**, permite conocer tanto la opinión de la población sobre la realización de sistema para abastecimiento de agua potable en su comunidad como los datos que aporten a la sistematización de este, y, el comportamiento socio-demográfico del poblado en análisis, a su vez, el índice habitacional en base a los valores poblacionales. (Ver ANEXO 4)

- **Revisión documental**, esta técnica hace posible el sustentar y monitorear con normas, teoría y principios básicos necesarios la sistematización del mini acueducto para el abastecimiento de agua potable en la comunidad en análisis. (Ver ANEXO 5)
- **Observación in situ**, permite constatar y sustentar en base a lo observado, el modo de vida, la importancia y lo necesario que resulta la formulación de sistema para abastecimiento de agua potable en la comunidad de San Ramón, municipio de Juigalpa-Chontales. A su vez, hace posible conocer el modo, hábitos domésticos y/o calidad de vida de los pobladores a beneficiar. (Ver ANEXO 6)

## 4.2 Trabajo de campo

- Se efectuó un reconocimiento del sitio para el levantamiento plani-altimétrico de la comunidad, que permitiese determinar la ubicación del depósito de almacenamiento, y, redes de distribución y abastecimiento, adaptándose al terreno para reducir los costos en una futura elaboración del proyecto.
- Se efectuó un Censo poblacional en cada una de las viviendas de la comarca, con el fin, de efectuar una exacta proyección y determinación de los caudales de diseño para cada uno de los elementos que conformarán el sistema. (Ver ANEXO 7)
- Se realizó un estudio socio-económico, a través de una encuesta en los hogares para lograr la caracterización de la comunidad como actividades económicas, servicios públicos de los cuales disponen y modo de vida.
- Se realizó el levantamiento topográfico del sitio en estudio (altimétrico y planímetro).
- Se instaló un registrador de presión para determinar las condiciones del punto de acople. (Ver ANEXO 8)
- Se tomó muestras de agua proveniente de la fuente de abastecimiento, para ser sometidas a laboratorios, con el fin de rectificar si cumple con los criterios de potabilización normados. (Ver ANEXO 9)

### 4.3 Trabajo gabinete

- Se proyectó la población utilizando el método geométrico, la información base se obtuvo del censo poblacional realizado personalmente. Se calculó la tasa de crecimiento en base a censos oficiales de INIDE.
- Según los caudales de diseño obtenidos, se diseñó y dimensionó los diferentes componentes del sistema.
- Según los resultados emitidos por el laboratorio de las muestras de agua examinadas, se determinó si el vital líquido cumple con los valores que le definen apto para consumo humano.
- En base al levantamiento topográfico, se realizó las propuestas de trazado de las redes de distribución y abastecimiento.
- Se elaboró los planos de los distintos componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Se estimó los costos y presupuesto del proyecto.

### 4.4 Proyección de población

Se realizó la visita in situ a la comunidad San Ramón, con el fin de levantar un censo poblacional para el debido cálculo. La proyección de la población se realizó basándose en los datos censales oficialmente obtenidos por cada casa de la comunidad, para esta proyección se utilizará la siguiente formula:

Ecuación 1: **Proyección geométrica**

$$P_n = P_c (1 + r)^n$$

Donde:       $P_n$  = Población futura.  
               $P_c$  = Población actual.  
               $n$  = Periodo de diseño.  
               $r$  = Tasa de crecimiento

**Fuente: NTON 09001 - 99**

Ecuación 2: **Tasa de crecimiento histórico (r)**

$$r := \left( \frac{P_n}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

donde:  $P_n$  = Población al cabo de “n” años.

$P_o$  = Población actual.

$n$  = Número de años.

$r$  = Incremento geométrico anual.

**Fuente: NTON 09001 - 99**

- 1) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%
- 2) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor de 2.5%
- 3) Si el promedio de la proyección de la población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
  - a) Menor al 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
  - b) Menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%. (No menor del 2.5%, ni mayor que 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido).

## **4.5 Proyección de consumo**

### **4.5.1 Dotación**

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- Nivel de servicio adoptado.
- Factores geográficos.
- Factores Culturales.
- Uso del agua.

De las “Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua en el medio Rural (NTON 09001 – 99)” publicada por INAA se tiene las siguientes dotaciones:

- ✓ Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.
- ✓ Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd.

#### **4.6 Nivel de servicio**

El nivel de servicio está en base a la tipología de los medios a implementar para el aprovisionamiento del vital líquido tales como:

##### **4.6.1 Puestos públicos**

Son tomas de agua que se establecen particularmente en el sector rural para abastecer de 2 a 20 casas.

##### **4.6.1.1 Consideraciones**

- a) Deberá instalarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.
- b) El puesto público no deberá ser usado para el lavado de ropa, baño de personas o animales, lavado de maíz, etc.
- c) Se cercará el puesto de tal forma que se garantice su protección evitando el acceso de animales.
- d) En cada puesto público se colocará como máximo dos grifos.

#### **4.6.1.2 Ubicación**

- a) El número de puestos a instalarse dependerá de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de los puestos domiciliarios
- b) Se ubicarán puestos en las escuelas, centro de salud y centros infantiles.
- c) El puesto se ubicará centralizado a las casas a servir.
- d) La distancia máxima entre el puesto y la casa más alejada será de 100m.

#### **4.6.1.3 Criterios técnicos**

- a) El flujo de un grifo deberá ser de 0.10 lps mínimo y 0.30 lps máximo.

Se recomienda usar un flujo menor para no desgastar los empaques en muy corto tiempo. Se puede controlar el flujo con una válvula de tapón (globo de ½" en la entrada del puesto). Al instalar la válvula, tiene que ajustarse, para que se obtenga el flujo deseado.

- b) La carga residual mínima deberá ser de 5m y máxima 50m. Se recomienda cargas menores que la máxima permisible, porque se controla mejor el sistema y se presenta menor desgaste de los empaques y accesorios.
- c) El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12mm).

#### **4.6.2 Conexiones domiciliarias**

Son tomas de agua que se aplica en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operación (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población y número de usuarios del servicio. Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes:

#### **4.6.2.1 Condiciones sociales**

- a) Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias.
- b) Deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del sistema, ya que cada casa contará con su llave.

#### **4.6.2.2 Condiciones técnicas**

- a) Se deberá realizar un estudio de factibilidad en el sistema particularmente de la capacidad de la fuente, debido a que la dotación se incrementa comparada con los puestos públicos.
- b) La comunidad deberá aportar parte de la tubería a utilizarse en las tomas domiciliarias.
- c) Se aplicarán todos los criterios técnicos señalados en la construcción de puestos públicos.
- d) El diámetro de las conexiones y de los grifos será de  $\frac{1}{2}$ " (12mm).

### **4.7 Parámetros de diseño**

#### **4.7.1 Periodo de diseño**

En los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con los siguientes propósitos:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema deberán satisfacer las demandas de la comunidad.
- Que elementos del sistema deberán diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones a considerarse para incorporar los nuevos componentes del sistema.

A continuación, se indica los períodos de diseño económico de los componentes de un sistema de agua potable. (Técnicas)

Tabla 18: **Periodo de diseño**<sup>1</sup>

Tipos de componentes	Periodo de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

**Fuente:** Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, INAA (2006)

#### 4.7.2 Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diaria y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: Obras de captación, líneas de conducción, red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

El Consumo Máximo Día (CMD)= 1.5 CPD (Consumo Promedio Diario).

El Consumo Máximo Hora (CMH)= 2.5 CPD (Consumo Promedio Diario).

---

<sup>1</sup> Tabla N°: 4.1. Periodo de diseño de elementos componentes de un sistema de agua.



### 4.7.3 Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de agua potable se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible en los valores siguientes:

Presión mínima: 5.0 m

Presión máxima: 50.0 m

Tabla 19: **Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams**

Material de conducto	Coeficiente de rugosidad
tubo de hierro galvanizado ( $H^0 G^0$ )	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido ( $H^0 F^0$ )	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, INAA (2006).

### 4.7.4 Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de velocidades de flujos en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

La velocidad es calculada a través de la fórmula de continuidad, que se expresa:

Ecuación 3: **Continuidad**

$$Q = V * A$$

Despejando la velocidad:

$$V = Q/A \quad \text{Dónde: } V: \text{velocidad (m/s).}$$

Q: caudal (m<sup>3</sup>/s).

A: Área de la sección transversal de la tubería (m<sup>2</sup>).

#### **4.7.5 Pérdidas de agua en el sistema**

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de los componentes. La cantidad de agua pérdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario, cuyo valor no deberá ser mayor al 20%.

#### **4.7.6 Pérdidas de energía en el sistema**

Para el cálculo de las pérdidas de energía en el sistema de abastecimiento se aplicará la fórmula exponencial de Hazen Williams ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

Ecuación 4: **Pérdidas de energía de Hazen Williams**

$$HF = 10.67 * \frac{Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde:

HF: Pérdida de carga debido al rozamiento (m).

C: Factor de fricción de Hazen Williams.

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro interior de la tubería (mm).

Q: Caudal de la tubería (l/s).

#### **4.8 Fuente de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable constituye el elemento más importante de todo el sistema. Por tanto, debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesaria para garantizar la potabilidad de la misma.

#### **4.9 Diseño de línea de conducción**

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas.

Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio ( $CMD=1.5$  CPD, más las pérdidas). Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios.

##### **4.9.1 Línea de conducción por gravedad**

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta:

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, (CMD= 1.5 CPD).
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5m por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 mts, incorporando en la línea tanquillas rompe presión donde sea necesario.

Para el dimensionamiento se aplicará la formula exponencial de Hazen – Williams, donde se despeja la gradiente hidráulica.

#### Ecuación 5: **Gradiente hidráulica de Hazen Williams**

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

Donde:

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

S= Pérdida de carga en mt/mt

Q= Gasto en m<sup>3</sup>/seg

D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

#### **4.10 Red de distribución**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos.

Para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- a) Se deberá diseñar para condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, (CMH=2.5CPD, más las pérdidas).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

#### 4.10.1 Selección de tubería a emplear

La clase de tubería a emplear, será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse a la máxima economía.

Tabla 20: **Presiones de trabajo**

SDR	(kg/cm <sup>2</sup> )	(PSI)	(m.c.a)
11	18	400	280
13.5	22.4	320	224
17	17.5	250	175
26	11.2	160	112
32.5	8.8	125	88
41	7.0	100	70
50	5.6	80	56

Fuente: ASTM<sup>2</sup>

Los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno etc. Permitirán determinar la clase de tubería (Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, Asbesto Cemento, PVC) más conveniente. En el caso de que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación, se seleccionará una de las tuberías que por resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes (Hierro Galvanizado).

---

<sup>2</sup> ASTM: Asociación para pruebas de materiales.

#### **4.10.2 Diámetros**

Para la determinación de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes alternativas bajo el punto de vista económico. Definidas las clases de tubería y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de dispositivos reductores de presión, estableciéndose a lo largo de la línea tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tubería de alta presión.

En todo caso sea en toda la longitud de la línea de conducción o en tramos, la selección de diámetro más conveniente resultará para aquellas combinaciones que aproveche al máximo ese desnivel.

#### **4.11 Tanque de almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

##### **4.11.1 Capacidad**

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá satisfacer:

- **Volumen compensador**

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estima en 15% del consumo promedio diario.

- **Volumen de reserva**

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estima igual al 20% del consumo promedio diario. De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% de consumo promedio diario.

- **Localización**

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y estimándose en cuanto a la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicio aceptables en puntos de distribución.

#### **4.11.2 Tanque ciclópeo**

Se recomienda este tipo de tanque cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera. En el diseño de los tanques ciclópeo debe de considerarse lo siguiente:

- Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (by- pass), de tal manera que permita mantener el Servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.

- Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
- Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 2.00 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En caso especial se construirán tanques de acero sobre el suelo.

#### **4.12 Tratamiento**

Si la calidad del agua satisface las normas recomendadas deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución. La mayoría de las aguas superficiales requieren en mayor o en menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración).

Desde hace décadas, el cloro ha sido uno de los desinfectantes más importantes, su uso se extiende en todo el mundo, jugando un papel esencial en el tratamiento del agua. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos con las principales propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y dan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

##### **4.12.1 Cloración**

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente agua exenta de organismos patógenos, que evite brotes epidémicos de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.



Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química más económica y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

En el caso de Acueductos Rurales se utiliza para la desinfección, el cloro en forma de hipocloritos, por su facilidad de manejo y aplicación. La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante o bien una bomba dosificadora. Para desinfectar el agua se estima la concentración del cloro que vamos a utilizar para preparar adecuadamente la dosificación de la mezcla.

#### **4.12.1.1 Volumen dosificador**

La determinación del volumen dosificador se basa en la cantidad de cloro que se agrega al agua, la producción de la fuente y el grado de concentración dosificante que se quiere establecer

$$A = \frac{B \cdot Q}{C \cdot 10} \quad \text{Donde: } A: \text{Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min.}$$

B: Dotación de cloro igual a 1.5 mg/lit.

Q: Consumo máximo diario para cada año comprendido entre el periodo de diseño (CMD) en litros/minutos.

C: Concentración de la solución (1%).

Con los datos obtenidos para el volumen dosificador (ml/min) cualquiera, se puede calcular el volumen de almacenamiento para un día, mes o año. Como máximo se calculará para un mes, pero deben preparar cada semana para evitar que el cloro pierda su capacidad desinfectante (se vence).

$$V_{\text{día}} = \text{Volumen dosificador} * \frac{1440 \text{min}}{\text{día}} * \frac{1 \text{lt}}{1000 \text{ml}}$$

En el mercado nicaragüense las soluciones de cloro se venden en presentaciones de 12% de concentración, es necesario calcular el volumen de solución del 12% necesaria para preparar una solución al 1% de concentración, que es la que nos permite calcular la dosificación del aparato inyector, para esto se emplea la siguiente formula:

$$V_{12\%} * C_{12\%} = V_{1\%} * C_{1\%}$$

Dónde:

V12%: Volumen de solución al 12% (ml).

V1%: Volumen de la solución al 1% (ml).

C12%: Concentración de la solución al 12%.

C1%: Concentración de la solución al 1%.

Despejando V12% que el volumen requerido:  $V_{12\%} = \frac{V_{1\%} * C_{1\%}}{C_{12\%}} = V_{1\%} \frac{1}{2}$

Para determinar la cantidad de dosificación de cloro, se emplean las ecuaciones antes descritas. Estas se calculan en base a la Proyección de Consumo Máximo Día (CMD) por año.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable (MAG), se desarrolla a través del desempeño de las siguientes actividades descritas de forma secuencial:

#### **4.13 Visita al sitio**

En esta etapa se hizo una inspección física a la zona de estudio, para poder señalar las variaciones topográficas, además un recorrido en algunos puntos que se consideran críticos para el sistema.

#### **4.14 Recopilación de datos**

Se visitaron las instituciones locales correspondientes, tales como: Alcaldía Municipal de Juigalpa, centro de salud de la comunidad, MINED, entre otros, para contar con la información necesaria sobre el sitio, documentación de la caracterización de la zona. Cabe destacar, que se recopilaron datos gracias a la aplicación de una encuesta en cada hogar.

#### **4.15 Evaluación socio-económica**

Se realizó la evaluación socioeconómica de la comunidad para identificar las condiciones de vida actuales, los niveles de pobreza, el grado de educación y el acceso a ella, conocer sobre los problemas de salud vinculados con el consumo de agua. Este estudio se hizo para adoptar las técnicas y tecnologías contractivas más adecuadas en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en este medio Rural.

#### **4.16 Análisis de la fuente de abastecimiento**

Se realizó mediciones de caudal para definir si se puede satisfacer la demanda diaria de los consumidores, con la ayuda de ENACAL ya que, se instaló un datalogger que permitió también registrar datos presión. Además, se llevó a cabo estudios de calidad de agua para determinar que el vital líquido puede considerarse apto para consumo humano.

#### **4.17 Levantamiento topográfico**

Con los equipos del programa institucional UNI- Juigalpa, se ejecutó el levantamiento topográfico (planímetro y altimétrico) de la comunidad, que permitió determinar la ubicación de la red y cada componente del sistema; adaptándose al terreno para reducir los costos en una futura elaboración del proyecto.

#### **4.18 Análisis y calculo hidráulico del sistema**

El análisis hidráulico del sistema se realizó tomando en cuenta los resultados del estudio topográfico, y, la demanda diaria y horaria de los pobladores. El cálculo hidráulico se hizo siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por ENACAL, para el sector rural.

El análisis y cálculos hidráulicos comprenden:

- Determinación de la demanda.
- Selección de la dotación de agua.
- Proyección de la demanda para 20 años.
- Dimensionamiento de la línea de conducción.
- Dimensionamiento de tanque de almacenamiento.
- Diseño de la red de distribución a través del sistema electrónico EPANET.

#### **4.19 Estimación del presupuesto de la obra**

Se elaboró una tabla de Excel que contiene la descripción de las actividades a realizar en la obra, las unidades de medida, cantidades, costos unitarios y costos totales tanto de materiales como de mano de obra, utilizando el listado del Maestro de Precios del FISE (Fondo de Inversión social de emergencia). A partir del presupuesto, se dedujo términos acerca de rentabilidad, posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra.

Se debe hacer un análisis minucioso de la información contenida en los planos y levantamiento topográfico. En este sentido cobra importancia el cálculo de take off, que consiste en determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas que integran la obra. Se entregará el presupuesto respectivo parcial y total de las etapas de construcción de las obras proyectadas, incluyendo partida, cubicación, precio unitario y total.

#### **4.20 Procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento se realizó en los siguientes softwares:

- Excel, Word, AutoCAD y EPANET.
- Procesamiento de datos obtenidos en visita casa a casa para conocer el estudio socio- económico, en Microsoft Excel.
- Se seleccionó la información recopilada para redacción de este documento.
- Estudio de manuales de programas a utilizar.
- Digitalización de datos de instrumentos topográficos.
- Identificación de posibles líneas de distribución del agua.
- Obtención de ecuaciones y normas de diseño.
- Análisis de diferencias de niveles en la topografía.
- Análisis de posibles correcciones del sistema.

El procesamiento de los datos está enfocado principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en cada nodo, si estos no cumplen con lo establecido en las normas nacionales se pueden proponer otros diámetros hasta obtener resultados aceptables.

Una vez procesados los datos en los diferentes programas, se organizó en tablas, cuadros, gráficos y dibujos, posterior se realizó el análisis de los mismos

#### **4.21 Elaboración del informe final**

La investigación documental, los instrumentos (encuestas) y trabajo de campo fueron las herramientas fundamentales que nos permitieron la elaboración del presente trabajo, en donde presentamos los resultados obtenidos y todo lo relacionado a nuestro tema de investigación.



# CAPÍTULO V.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

**“Los derechos básicos de un ser humano son acceso al colegio, comida, atención médica y agua limpia.”**

Gelila Bekele

## CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Proyección de población y demanda

Uno de los factores que intervienen directamente en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es el número de individuos que se desea beneficiar con el servicio; ya que, a partir de dicha información se definen los gastos demandados que determinarán la capacidad de todos los elementos que construirán el acueducto.

#### 5.1.1 Proyección de población

Para determinar los volúmenes del vital líquido, necesarios para el abastecimiento del agua potable durante los próximos 20 años a la población de San Ramón y poder conocer las capacidades debe tener la fuente, línea de conducción, red de distribución, el volumen del tanque de almacenamiento de agua; fue necesario conocer primero la población actual y en base a ésta, determinar la población futura durante todo el período de diseño. Para la proyección de población de esta localidad, se aplicó el método geométrico; partiendo de los datos suministrados por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo, (INIDE).

##### 5.1.1.1 Población actual

Con el fin de obtener datos veraces de la población actual y número de viviendas, se realizó una encuesta casa a casa en la localidad en estudio. Datos de población y viviendas.

Tabla 21: **Población actual e índice habitacional**

Comunidad	Población y viviendas				
	Niños	Adultos	Total	N° Viviendas	Hab./Viv.
San Ramón	164	406	570	91	6

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.1.2 Crecimiento histórico de la población

El crecimiento histórico de la población de San Ramón, se analizó en base a los datos recopilados de los censos nacionales efectuados en los años 1971,1995 y 2005 por INIDE.

Tabla 22: **Datos poblaciones Departamentales y Municipales**

Año	Departamento		Municipio	
	Total	Urbano	Total	Urbano
1971	68,802.000	20,047.000	17,909.000	8,772.000
1995	144,635.000	71,650.000	50,791.000	36,999.000
2005	153,932.000	89,384.000	51,838.000	42,763.000
Calculo del ICP				
Rango	Departamento		Municipio	
	Total	Urbano	Total	Urbano
1971-1995	3.14	5.45	4.44	6.18
1995-2005	0.62	2.24	0.20	1.40
PROMEDIOS	1.88	3.84	2.32	3.79

**Fuente: Datos de INIDE**

En base a los datos anteriores, se determinó el ritmo de crecimiento geométrico de la población con valores totales y urbanos tanto a nivel departamental como municipal. Las razones de crecimiento geométrico obtenidas, oscilan en valores promedio que van de 1.88% a nivel total del departamento y 3.84% en lo que refiere al crecimiento urbano. En cuanto a valores municipales, un 2.32% al totalizar tanto población Rural como Urbana y un 3.79% para el sector Urbano.

### 5.1.1.3 Selección de la tasa de crecimiento

Al determinar el promedio de las tasas de crecimiento para el departamento y municipio, en vista, que no se cuenta con otra base de datos que contenga registros históricos de la comunidad de San Ramón y que a su vez es una comunidad bastante aledaña al municipio de Juigalpa y de población concentrada, se opta por escoger una tasa de crecimiento anual del 3.79% que pertenece al crecimiento Urbano, ya que, tasa que se encuentra en el rango de las normas de INAA  $2.5\% < r < 4\%$ .



#### 5.1.1.4 Estimación de la proyección futura

En el diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua de las Comunidad se usó el método de la proyección geométrica, para la proyección de la población futura de San Ramón. Con una tasa de incremento geométrico anual de 3.79%.

Tabla 23: **Proyección de población**

Año	N° Años	Tasa de crecimiento (r)	Po (Hab.)	Pn (Hab.)
2018	0	3.79%	570	570
2023	5	3.79%	570	687
2028	5	3.79%	687	827
2033	5	3.79%	827	996
2038	5	3.79%	996	1199

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, la población de diseño de la localidad en estudio al final del periodo es de 1,199 habitantes.

#### 5.1.2 Proyección de consumo

##### 5.1.2.1 Nivel de servicio y dotación

El nivel de servicio propuesto corresponde en su totalidad a conexiones domiciliarias y la dotación corresponde a 60 lppd, durante todo el periodo de diseño conforme a las Normas Técnicas de Diseño de Abastecimiento de Agua potable del medio Rural.

Por lo anterior, se propone establecer una dotación per cápita mínima para el consumo de agua domestico de 16 GPM, para la población que será abastecida de agua potable, por medio de conexiones de patio.

### 5.1.2.2 Pérdidas en el sistema

Se utilizó un factor de pérdida de agua (por fugas de tubería rotas, malas conexiones, mantenimiento en la red de distribución, limpieza de tanque de almacenamiento y otras actividades en el sistema de 20% del consumo promedio diario), por lo que el sistema será completamente nuevo y se construirá con tubería PVC.

### 5.1.2.3 Estimación de consumos

La demanda de agua futura, para el sector en estudio ha sido determinada en base a las proyecciones demográficas, dotaciones y nivel de pérdidas. En base a dichos valores y los parámetros definidos, la demanda de agua del poblado San Ramón resultó ser de 1.543 lps para el consumo de máximo día y 2.451 lps para el consumo de máxima hora al final del periodo de diseño.

A continuación, se presenta un cuadro de resumen de la proyección de los gastos demandados tanto para el periodo actual como el final de diseño.

Tabla 24: **Estimación de consumos**

Año	Pob.	Dotación (litro/pobladores/día)			Unidad de medida Litros/ segundo			
		Doméstica	Pública (7%)	Industrial (2%)	CPD	Qfuga	CMD	CMH
2018	570	60	4.200	1.200	0.43	0.09	0.733	1.165
2023	687	60	4.200	1.200	0.52	0.10	0.883	1.403
2028	827	60	4.200	1.200	0.63	0.13	1.064	1.690
2033	996	60	4.200	1.200	0.75	0.15	1.282	2.035
2038	1,199	60	4.200	1.200	0.91	0.18	1.543	2.451

Fuente: Elaboración propia

CPD: Consumo promedio diarios, es la contribución de los consumos domésticos más porcentajes aplicados a la dotación doméstica, es decir, 7% por instituciones públicas y 2% industrial (Tabla 2-4 de NTON 099003-99); multiplicado por la población y dividido entre 86400 (para pasar de lppd a lps).

$Q_{fuga} = 20\% \text{ DE CPD}$

- Variaciones diarias: el consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD
- Variaciones horarias: el consumo máximo horario (CMH)=2.5 CPD +  $Q_{fuga}$

Para la comunidad en cuestión, el consumo promedio diario total varía de 0.43 lps en el año 2018 a 0.91 lps en el año 2038.

En la comunidad en estudio, el consumo de máximo día varía de 0.733 lps en el año 2018 a 1.543 lps en el año 2038.

Para la localidad en análisis, el consumo de máxima hora varía de 1.165 lps en el año 2018 a 2.451 lps en el año 2038.

## **5.2 Fuente de abastecimiento**

Para el abastecimiento de agua potable de los pobladores en la comunidad de San Ramón, se propone abastecer del vital líquido hasta el año de 2038, a los habitantes de dicha localidad, mediante la obra de captación consistirá en un punto de acople a un nodo que pertenece a la red principal del municipio de Juigalpa chontales. (Ver ANEXO 10)

El cual, en base a datos recopilados y proporcionados por ENACAL, tiene un caudal a disposición de 3lps valor que excede al caudal de máxima demanda por parte de la comuna; es cual es de, 2.5 lps. Y, una presión promedio de 34.403 mca. (Ver ANEXO 11)

## **5.3 Línea de conducción**

En el presente estudio se ha propuesto una línea de conducción por gravedad que conduce el agua desde el punto de acople al reservorio de 33m<sup>3</sup>. Los elementos del sistema de agua potable se diseñaron bajo los criterios de ENACAL, para el abastecimiento de agua potable en la zona rural en estudio.

La línea de conducción deberá de tener capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día de los próximos 20 años. Se permitirán velocidades de flujo, entre los 0.60 m/s a 2.0 m/s, y cumplirá con el rango de 1% a 7% de gradiente hidráulico que permite la norma.

Según las normas, la línea de conducción debe analizarse para la demanda máxima CMD al final de su periodo de diseño, del análisis resulta un caudal 1.543 lps que equivale a 0.41 GPM, Ver Anexo Tabla # 24 Estimación de consumos. Obteniendo un diámetro de 2 pulg para la línea de conducción.

Las presiones máximas de la línea de conducción para el CMD, calculado el diámetro de tubería, velocidad, se obtiene una presión máxima de 42.225 m.c.a, y una carga estática de 164.825 m.c.a. con tubería cédula, SDR-17, con una resistencia de 175 m.c.a. (Ver ANEXO 12)

### **5.3.1 Velocidad**

La velocidad se mantiene dentro del rango establecido con 0.80 m/s en el diámetro propuesto y el caudal circulante; el mínimo permitido por las normas nacionales es de 0.40 m/s.

## **5.4 Tanque de almacenamiento**

### **5.4.1 Capacidad**

La capacidad del tanque de almacenamiento equivale al 35 % del CPD, según las normas, por lo que el tanque que se construirá tendrá una capacidad de 33 m<sup>3</sup>. Ver detalles en planos.

Por ser un tanque de concreto reforzado se propone una figura geométrica cuadrada, con una altura de 2.25 m (1.75 m de altura efectiva y 0.5 m de borde libre), y, 4.3 m de ancho y largo.

#### **5.4.2 Tanque de concreto armado**

El lugar seleccionado para la ubicación del tanque es de mayor elevación con respecto al resto de la comunidad, cumpliendo con las normas en cuanto a presiones que se requieren para el diseño en áreas rurales.

El tanque se construirá en un punto el cual tiene una cota de elevación de 122.6 msnm. Este será construido sobre la base de suelo natural, conocido como tanque de concreto reforzado para soportar la cantidad de agua a suministrar dirigiendo las cargas hacia el suelo.

### **5.5 Red de distribución**

#### **5.5.1 Presión máxima y mínima**

Las presiones máximas y mínimas en las redes de distribución deben de estar entre los rangos de 5 m.c.a y 50 m.c.a según las normas nacionales.

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizó en el software de análisis y simulación hidráulica EPANET, bajo las condiciones de cero consumos en la red para verificar que las presiones estáticas se mantengan dentro del rango permitido y con el consumo máximo horario.

#### **5.5.2 Análisis con cero consumos en la red**

El nodo con la menor presión calculada en la red, es el 1, este tiene una cota topográfica de 104.35 m.s.n.m. y la presión es de 20 m.c.a, según el análisis realizado.

El nodo 10, posee la mayor presión calculada en la red, con una cota topográfica de 76.15 m.s.n.m. y presión de 48.20 m.c.a, (Ver ANEXO 14)

### **5.5.3 Análisis con consumo máximo horario en la red**

Al igual que en el análisis con cero consumos descritos anteriormente se encontró el nodo 5 y nodo 10 donde se concentran las presiones mínimas y máximas respectivamente del sistema.

La presión mínima es de 6.94 m.c.a y se registra en el nodo 5.

La presión máxima es de 19.41 m.c.a y se registra en el nodo 10. (Ver ANEXO 15)

Con el consumo máxima hora no se encontraron presiones por encima de los 50 m.c.a.

## **5.6 Cloración**

El dosificador de la solución de cloro se diseñará para todo el periodo de diseño y se adopta una dosis de 1.5 mg/lit, con una concentración de solución del 1.0% y el hipoclorito de calcio puro tiene una concentración de 70%. Cabe destacar, que en base a los resultados obtenidos en laboratorio el vital líquido en análisis no cumple con los parámetros recomendados de cloro residual; y, debido a la falta de cloro residual el agua no puede proteger el sistema de distribución contra la recontaminación bacteriana. (Ver ANEXO 16)

En Nicaragua las soluciones de cloro se venden en presentaciones del 12% que se debe comprar para preparar solución al 1%. En la Tabla 25, se podrá apreciar la cantidad de hipoclorito a requerir. Se propone la instalación de un hipoclorador de carga constante por goteo, ya que en las zonas rurales de Nicaragua del país el más utilizado, por ser el más barato y fácil de operar, y este será instalado sobre la losa superior del tanque de almacenamiento. (Ver ANEXO 17)

**Tabla 25: Dosificación de hipoclorito de calcio**

Año	Pn	Caudal de Diseño lps	Cantidad de cloro Lbs/día	Cantidad de hipoclorito de calcio		Volumen de solución al 1.0%		Cantidad de hipoclorito por			
				Lbs/día	kg/día	lt/día	lt/hora	semana (lts)	15 días (lts)	mes (lts)	año (lts)
2018	570	0.733	0.359	0.517	0.235	23.515	0.980	165	353	705	8466
2023	687	0.883	0.433	0.623	0.283	28.322	1.180	198	425	850	10196
2028	827	1.064	0.521	0.750	0.341	34.112	1.421	239	512	1023	12280
2033	996	1.282	0.628	0.904	0.411	41.085	1.712	288	616	1233	14791
2038	1199	1.500	0.756	1.089	0.495	49.484	2.062	346	742	1485	17814

**Fuente: Elaboración propia**

Las características de este dosificador son:

- Está construido con tubería PVC para agua y desagüe.
- Es desmontable.
- De operación sencilla.
- Resistente a la corrosión.
- Para el almacenamiento de la solución madre se necesitará un tanque de polietileno HD, Volumen de 750 litros.

## **5.7 Costo del proyecto**

El costo aproximado de inversión para la ejecución del proyecto de agua potable en la comunidad San Ramón, municipio de Juigalpa, departamento de Chontales es de C\$ 1,226,197 (Un millón, doscientos veintiséis mil, ciento noventa y siete córdobas). (Ver ANEXO 18)



# CAPÍTULO VI.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**"Si hay magia en el planeta, está contenida en el  
agua"**

Loran Eisely



## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

Las principales conclusiones obtenidas por el trabajo se enuncian a continuación:

- La alternativa técnica seleccionada, para el abastecimiento de agua de la localidad de San Ramón, es la más factible desde el punto de vista técnico y económico. Se estima un crecimiento demográfico del 3.79%, en base al cual se estima una población a beneficiar de 1199 habitantes para el año 2038.
- De acuerdo con los resultados del levantamiento topográfico y los análisis realizados no hay inconvenientes en implementar el sistema de abastecimiento de agua potable propuesto para esta comunidad (Mini Acueducto por Gravedad).
- El sistema de abastecimiento se diseñó para un periodo de 20 años tomando en cuenta abastecer al 100% de la población proyectada, y de esa manera solucionar la problemática que las zonas rurales enfrentan en cuanto al agua para consumo humano se refiere.
- Se modeló la red en el software de licencia libre EPANET, obteniendo para la condición de consumo de máxima hora presiones que varían entre 6.94 m.c.a. y 19.41 m.c.a., así mismo se analizaron las velocidades y la mayoría de estas se encuentran en el rango estipulado en las normas rurales; se propone colocar válvulas de limpieza en las zonas más bajas de la red, evitando que se acumule el sedimento.
- La fuente no cumple con los valores recomendados por CAPRE de cloro residual, por ende, en el reservorio se aplicará hipoclorito de calcio mediante un dosificador por goteo.
- Se dimensionaron cada uno de los elementos del sistema: línea de conducción, reservorio, dosificador de cloro, y red de distribución, cumpliendo con cada uno de los criterios de diseño de la norma NTON 09001 - 99.
- El costo total del proyecto es de C\$ 1,226,197 (Un millón, doscientos veintiséis mil, ciento noventa y siete córdobas).

## **6.2 Recomendaciones**

- A ENACAL, Monitorear la calidad del agua de la fuente seleccionada para el abastecimiento de esta localidad, ya que ésta garantiza la continuidad de los servicios en un horizonte de 20 años.
- Estructuras complementarias, que se precisen para el buen funcionamiento tales como, válvulas de aire (ventosa) en los puntos altos y válvulas de limpieza (purga) en los puntos bajos.
- Capacitar a la comunidad para la formación del Comité de Agua Potable (CAP), en la operación, cuidado y mantenimiento del sistema propuesto con el fin de que sea auto sostenible.
- Se recomienda realizar un programa de reforestación en toda la parte alta de la cuenca, con el fin de aumentar el coeficiente de infiltración y aumentar de esta forma la productividad de agua de la cuenca, garantizando de esta forma el aprovechamiento sostenible de las aguas subterráneas.
- . A la Alcaldía del Municipio de Juigalpa, formular un plan de desarrollo comunitario; ya que este tiende a ser de suma importancia para la formulación y sistematización de un proyecto de esta índole.
- Se recomienda también a las autoridades municipales, facilitar servicio de deposición de desechos sólidos; ya que, la comunidad de San Ramón no cuenta con ello, y, cabe mencionar, que la manera en que hasta el momento los comunitarios han resuelto su carencia conlleva e incide de manera negativa al ambiente; contribuyendo también a la proliferación de enfermedades.



## BIBLIOGRAFÍA

**"Donde haya un árbol que plantar, plántalo tú  
Donde haya un error que enmendar, enmiéndalo tú  
Donde haya un esfuerzo que todos esquivan, hazlo  
tú**

**Se tú el que aparta la piedra del camino".**

Gabriela Mistral

## Bibliografía

- CAPRE. (1994). *Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano*. . Costa Rica.
- INAA, 1. (1992). *Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillads , Sanitario Abatecimiento y Potabilizacion de Agua*. Managua: Managua.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, 1. (Sábado de Septiembre de 1998). Normas de diseño para pequeños acueductos Rurales. Juigalpa, Nicaragua.
- Juigalpa-Chontales, A. M. (2014). *Caracterización Juigalpa y sus comunidades*. Juigalpa, San Ramón: Alcaldía.
- Organización mundial de la salud. (2006). *Guías para la calidad del agua*. Suiza.
- Reiff, F.;Witt, V. (1995). *Guía para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe*.(Documento OPS/OMS, Serie Técnica No. 30). Perú.
- PROAGUA – PISAH. (2014). “*Principales componentes del sistema de cloración por goteo*” (Manual de cloración por goteo de Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano-Cooperación Alemana). Nicaragua-Alemania.
- OPS/OMS- COSUDE. (2001). “*Informe técnico de aplicación de la desinfección por goteo en la comunidad rural de Conchamarca*” (CEPIS – UNATSABAR). Huánuco:Perú.
- Técnicas, N. (s.f.). “*Diseño de Sistema de Abastecimiento de agua potable en Medio Rural*” (NTON 09001 – 99). Managua : Managua.



## ANEXOS

**"Los niños de una cultura nacen en un medioambiente rico en agua. Nunca hemos aprendido realmente lo importante que es el agua para nosotros. Lo entendemos, pero no lo respetamos."**

William Ashworth.

## **Anexos**

## ANEXO 1: Pozo comunitario 1



Fuente: Elaboración propia





## ANEXO 2: Pozo comunitario 2



Fuente: Elaboración propia



### ANEXO: 3 Valores recomendables y máximos admisibles

<b>Parámetros Organolépticos</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Recomendado</b>	<b>Valor Máximo Admisible</b>
Color Verdadero	mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	NTU	1	5
Olor	Factor dilución	0	12 □ C 25 □ C
Sabor	Factor dilución	0	12 □ C 25 □ C
<b>Parámetros Fisicoquímicos</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Recomendado</b>	<b>Valor Máximo Admisible</b>
Temperatura	°C	18 a 30	-
Concentración Iones Hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	-
Cloro Residual	mg/L	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/L	25	250
Conductividad	µS/cm	400	-
Dureza	mg/L CaCO <sub>3</sub>	400	-
Sulfatos	mg/L	25	250
Aluminio	mg/L	-	0.2
Calcio	mg/L CaCO <sub>3</sub>	100	-
Cobre	mg/L	1	2.0
Magnesio	mg/L MgCO <sub>3</sub>	30	50
Sodio	mg/L	25	200
Potasio	mg/L	-	10
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	-	1000
Zinc	mg/L	-	3.0
Nitrato	mg/L	25	45
Nitritos	mg/L	0.1	1
Amonio	mg/L	0.05	0.5
Hierro	mg/L	-	0.3
Magnesio	mg/L	0.1	0.5
Fluoruro	mg/L	-	0.7-1.5
Sulfuro Hidrógeno	mg/L	-	0.05

Fuente: Norma Regional CAPRE

## ANEXO 4: Encuesta a población



### Encuesta a población Universidad Nacional de Ingeniería.

#### I. Introducción

Nosotras como estudiantes de la carrera de ingeniería civil, estamos aplicando esta encuesta para conocer la opinión de la población sobre la realización de un mini-acueducto de agua potable en la comunidad de San Ramón, municipio de Juigalpa Chontales.

#### II. Objetivo

Aplicar una encuesta a la población de San Ramón que determine los datos que aporten a la sistematización de un mini-acueducto de abastecimiento de agua potable en la comunidad, y, el comportamiento socio-demográfico, a su vez, el índice habitacional en base a los valores poblacionales.

#### III. Instrucción

Responda los datos generales con cifras exactas, ya que, sus datos influirán directamente en la racionalización de la dotación de vital líquido por persona. Seleccione su respuesta con una X de acuerdo a su criterio.

#### IV. Datos generales

Edad: \_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_ Estado civil: \_\_\_\_ Escolaridad: \_\_\_\_

Datos generales de la familia									
Departamento:			Municipio:			Comunidad:			
Dirección exacta:						Teléfono:		Móvil:	
Total, de Miembros	F	M	Niñ@s						
Grupos etarios									
Niñas (0-5)		Niñas (6-12)		Adol. F (13-18)		Adultos de (19-60), F			F, Terc.edad >60
Niños (0-5)		Niños (6-12)		Adol. M (13-18)		Adultos de (19-60), M			M, Terc.edad >60

## V. Desarrollo

1. ¿Cuántos habitan en casa? 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ Otros  
(Especificar)\_\_\_\_\_
2. ¿Cuántas familias habitan en casa? 1\_\_\_ 2\_\_\_ 3 \_\_\_ Otros  
(Especificar)\_\_\_\_\_
3. ¿Cuántos de los que habitan en casa trabajan?  
2\_\_\_ 3 \_\_\_ Otros (Especificar)\_\_\_\_\_
4. Cuánto es el Ingreso promedio al mes en su hogar  
3,000 córdobas \_\_\_  
5, 000 córdobas \_\_\_  
7, 000 córdobas \_\_\_  
Otros (Especificar)\_\_\_\_\_
5. ¿La casa que habita es?  
Propia\_\_\_  
Alquilada\_\_\_  
Posando\_\_\_
6. ¿De ser propietario, posee título de propiedad?  
Poseo\_\_\_  
No Poseo\_\_\_  
En trámite\_\_\_  
Otros/Especificar\_\_\_\_\_
7. ¿Las paredes de la vivienda que habita son de?  
Mampostería\_\_\_  
Madera\_\_\_

Zinc\_\_

Plástico\_\_

Otros, especificar\_\_\_\_\_

8. ¿El piso de la casa que habita es de?

Tierra\_\_

Cemento\_\_

Cerámica\_\_

Otro/especificar\_\_\_\_\_

9. ¿El techo de la vivienda es de?

Zinc\_\_

Nicalit\_\_

Teja\_\_

Otro/especificar \_\_\_\_\_

10. ¿La casa que habita podría considerarse?

Humilde \_\_

Cómoda \_\_

Lujosa \_\_

11. ¿Cuál es la procedencia del agua?

Quebrada \_\_ Pozo \_\_ Rio \_\_ Otros (Especificar)\_\_\_\_\_

12. ¿Cuál cree usted que es la calidad de agua que recibe?

Buena \_\_ Intermedia \_\_ Mala\_\_ Pésima\_\_

13. ¿Con qué frecuencia se abastece de agua?

Diario \_\_ Varios días a la semana\_\_ 1 vez a la semana \_\_ Cada 15 días \_\_ Mensual \_\_

14. ¿En qué almacenan el agua?

Cilindros \_\_\_ Bidones \_\_\_ Tanque \_\_\_ Cisterna \_\_\_ Balde \_\_\_ Otros \_\_\_

15. ¿Con que frecuencia le da mantenimiento a su depósito?

Diario \_\_\_ Día por medio \_\_\_ Semanal \_\_\_ Cada 15 días \_\_\_ Raras veces \_\_\_

16. ¿Qué tipo de saneamiento le da al agua que consume?

a) Hierve el agua de la fuente \_\_\_

b) Aplica cloro al agua de la fuente \_\_\_

c) Incisos a) y b) \_\_\_

d) Compra agua (Embotellada/Purificada) \_\_\_

e) Otros (Especificar) \_\_\_\_\_

17. ¿Ha presentado recientemente usted y/o familia enfermedades como:

Parasitosis \_\_\_

Disentería (diarrea con sangre) \_\_\_

Cólera (diarrea y vómito) \_\_\_

Malaria \_\_\_

Hepatitis \_\_\_

18. ¿La fuente abastece la cantidad de agua suficiente para consumo, higiene personal y usos domésticos, tanto en época de invierno como en verano? Si \_\_\_ No \_\_\_ En ninguna de las dos temporadas \_\_\_

19. ¿Qué tipo de letrina posee?

Letrina abonera ecológica \_\_\_

Letrina común \_\_\_

Ninguno \_\_\_

20. ¿Qué utilizas para lavarte las manos después de ir al baño?

Sólo agua \_\_\_ Ceniza \_\_\_ Agua y jabón \_\_\_ Otros (Especificar) \_\_\_ Nunca lo hago \_\_\_

21. Con qué procuras lavar las frutas y/o vegetales antes de comerlos?

Agua\_\_\_ Agua y jabón \_\_\_ Agua y cloro \_\_\_ otros (Especificar)\_\_\_ No los lavo\_\_\_

22. ¿Le gustaría que su comunidad formara parte de un proyecto de agua potable?

Si \_\_\_ No \_\_\_

## ANEXO 5: Revisión documental



### Revisión documental Universidad Nacional de Ingeniería.

#### I. Introducción

Nosotras como estudiantes de la carrera de ingeniería civil, estamos aplicando esta técnica para sustentar con teoría y principios básicos necesarios la realización de mini-acueducto potable en la comunidad de San Ramón, municipio de Juigalpa-Chontales.

#### II. Objetivo

Conceptualizar los principios y teorías que aporten a la realización de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad en análisis.

#### III. Desarrollo

1. ¿Cuál es la importancia del Estudio socioeconómico en una comunidad en análisis?
2. ¿Qué define la Dotación en un proyecto de esta índole?
3. ¿Cuál es la función de las conexiones Domiciliares en un sistema de agua potable?
4. ¿Cuáles son los parámetros y normas que rigen la Calidad del Agua?
5. ¿Qué Factores de riesgo atentan a una comunidad ante la escasez del recurso hídrico?

## ANEXO 6: Guía de observación



### Guía de observación Universidad Nacional de Ingeniería. IV. Introducción

Nosotras como estudiantes de la carrera de ingeniería civil, estamos aplicando esta técnica para sustentar en base a lo observado, el modo de vida, la importancia y lo necesario que resulta la realización de un mini-acueducto de agua potable en la comunidad de San Ramón, municipio de Juigalpa-Chontales.

#### V. Objetivo

Conocer los hábitos domésticos y/o calidad de vida de los pobladores a beneficiar con la sistematización de sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad en análisis.

#### VI. Desarrollo

1. ¿Cuántos pozos para abastecimiento hay, estado infraestructural e higiénico sanitario de estos?, ¿Presencia de otro tipo fuente alternativa en el sitio y estado infraestructural e higiénico de estas?
2. ¿El hogar encuestado, se encuentra limpio?
3. ¿Al momento de la visita, el encuestado y niños presentes, tienen las manos limpias?
4. ¿Qué instituciones hay en el sitio (¿Escuelas, iglesias, entre otros...)?
5. ¿La letrina está limpia, a 20 mtrs de equidistancia a los Pozos (Fuentes de agua) y con un nivel más bajo en referencia a estos últimos, y, a 5 metros de los hogares? Distancias mínimas Regidas por Normas Rurales-por INAA.
6. ¿Presencia de criaderos de roedores y/o mosquitos en el hogar?



## ANEXO 7: Recopilación de datos



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 8: Recopilación de datos (Datalogger)



Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 9: Muestras para calidad de agua



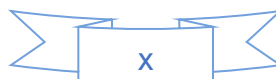
Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 10: Punto de acople

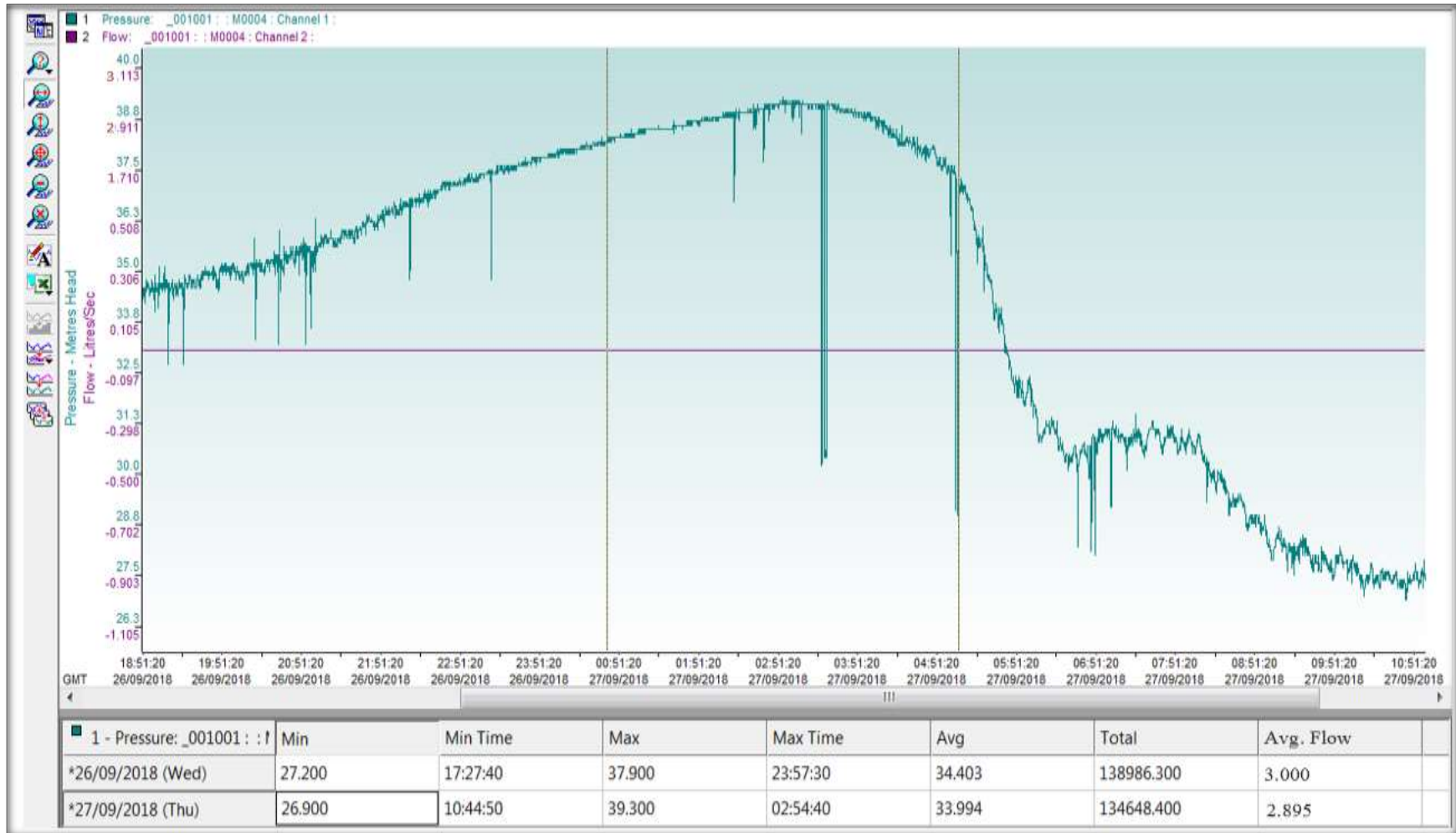


Fuente: ENACAL, Juigalpa-Chontales

Coordenadas geodésicas, 12° 5'45.66" latitud Norte y 85°23'59.33" longitud Oeste

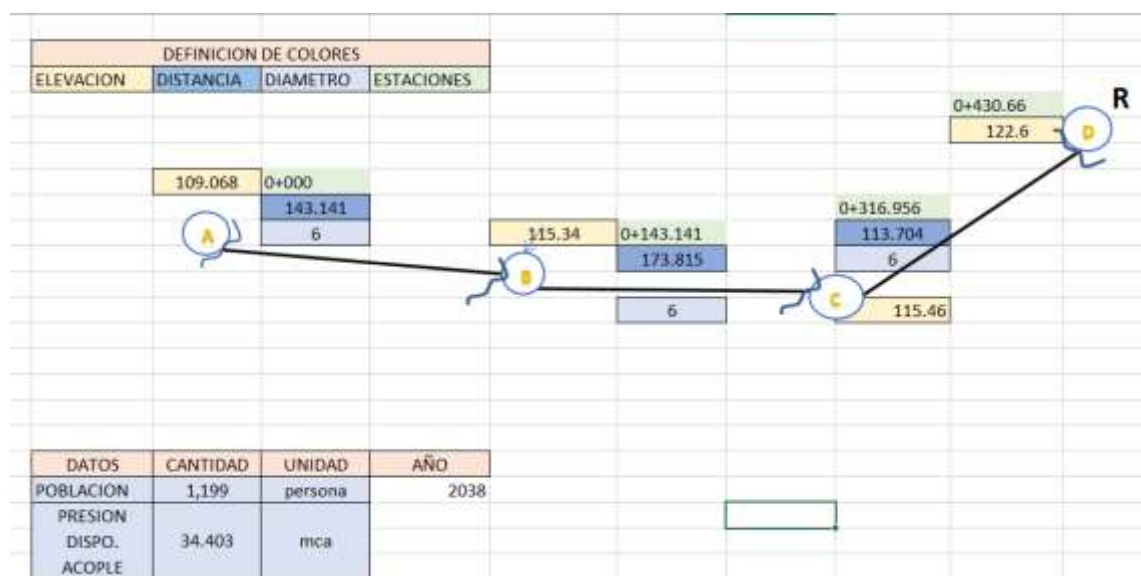


## ANEXO 11: Histograma de datos registrados por Datalogger



Fuente: ENACAL, Juigalpa-Chontales

## ANEXO 12: Línea de conducción Fuente-Reservorio



TRAMO	long(m)	Caudal (lps)	velocidad limite(m/s)	diámetros calc(plg)	diámetros prop(plg)	diámetros (cm)	Hp (m)	V (m/s)	C	Hp (km)
AB	143.141	1.54	0.99	1.78	2	5	1.82	0.8	150	12.71
BC	173.815	1.54	1.08	1.71	2	5	2.21	0.8	150	12.71
CD	113.704	1.54	1.01	1.76	2	5	1.44	0.8	150	12.66
TOTAL	430.66									

### Presiones

ESTACIÓN	NODO	Z(m)	p/v(m)	(z+p/v)(m)
0+000	A	109.068	34.403	143.471
0+143.141	B	115.34	38.855	154.195
0+316.956	C	115.46	36.525	151.985
0+430.66	D	122.6	42.225	164.825

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 13: Demanda en nodos de la red

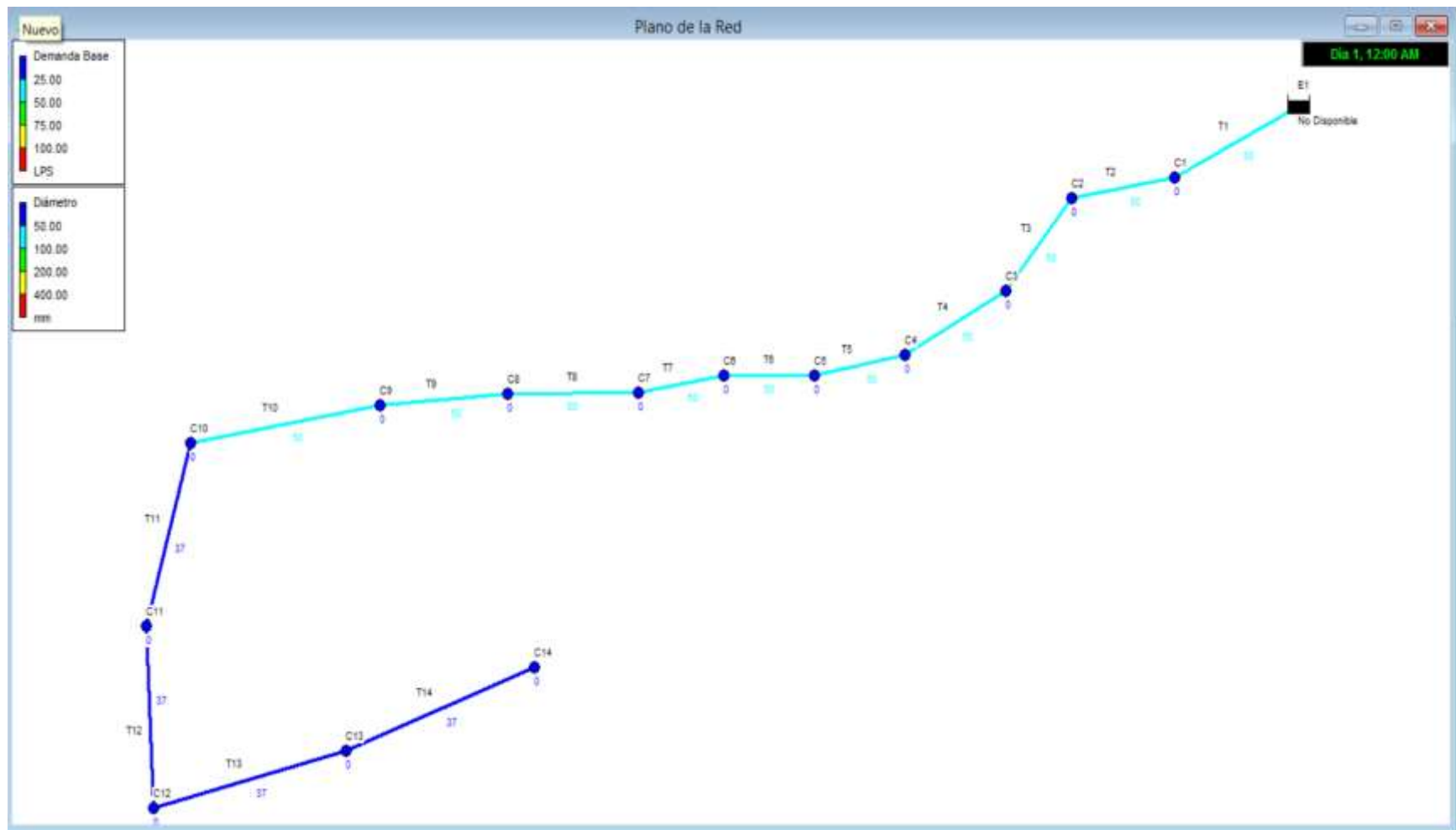
TANQUE-RED				Unidad de medida Litros/segundo							
Q=000	Tanque-Red	Lc		Descripción	Número	Dot. Lppd	CPD	Qfuga (20%CPD)	(CPD+Qfuga)	CMD (K*CPD)	CMH (K*CPD+HF)
		N.S.T	196.321 m	Pública	3	4.200	0.058	0.012	0.070	0.099	0.157
		N.AGUA	124.35 m	Industrial	1	1.200	0.017	0.003	0.020	0.028	0.045
								Q/nodo instl.	0.023	0.033	0.052
								Q/nodo indus	0.020	0.028	0.045
				Nodos Caudales Por Instituciones Públicas			Industrial				
				Nodos	Estación	Descripción	Nodos	Estación	Descripción		
					4 0+760.3	Escuelita	3	0+655.3	Jabonera		
					7 1+295.922	Igle.Evangélica					
					11 1+988.093	Igle. Católica					

Caudales de diseño:		
Consumos	lps	gpm
CPD	1.09	17.27
CMD	1.54	24.47
CMH	2.45	38.86

Demanda de Nodo		Por el Método de las longitudes virtuales									
NºTramo	Longitud-Tramo	NºNodo	Longitud Nodo	q (CPD)		q (CMD)		q (CMH)		Cota	Estación
				lps	gpm	lps	gpm	lps	gpm	m	
1-2	170.203	1	170.203	0.04	0.637	0.057	0.90	0.090	1.43	104.35	0+196.321
2-3	156.323	2	326.526	0.08	1.223	0.109	1.73	0.174	2.75	93.94	0+366.524
3-4	189.413	3	345.736	0.10	1.612	0.144	2.28	0.229	3.63	93.9	0+522.847
4-5	178.528	4	367.941	0.110	1.748	0.156	2.48	0.248	3.93	97.31	0+712.26
5-6	186.638	5	365.166	0.086	1.368	0.122	1.94	0.194	3.08	95.3	0+890.788
6-7	159.413	6	346.051	0.082	1.296	0.116	1.84	0.184	2.92	90.85	1+077.426
7-8	154.34	7	313.753	0.097	1.545	0.138	2.19	0.219	3.48	85.65	1+236.839
8-9	177.788	8	332.128	0.078	1.244	0.111	1.76	0.177	2.80	86.22	1+391.179
9-10	133.998	9	311.786	0.074	1.168	0.104	1.65	0.166	2.63	79.77	1+568.967
10-11	171.596	10	305.594	0.072	1.145	0.102	1.62	0.162	2.58	76.15	1+702.965
11-12	194.544	11	366.14	0.110	1.741	0.156	2.47	0.247	3.92	79.01	1+874.561
12-13	178.097	12	372.641	0.088	1.396	0.125	1.98	0.198	3.14	77.78	2+069.105
13-14	64.448	13	242.545	0.057	0.908	0.081	1.29	0.129	2.04	80.85	2+247.202
		14	64.448	0.015	0.241	0.022	0.34	0.034	0.54	77.86	2+311.65
Sumatoria	2115.329			1.090	17.27	1.54	24.47	2.45	38.86		

**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO 14: Análisis con cero consumos en la red



**Fuente:** Elaboración propia



(Presiones en la red para cero consumos)

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Embalse E1	124.35	No Disponible	124.35	0.00
Conexión C1	104.35	0	124.35	20.00
Conexión C4	97.31	0	124.35	27.04
Conexión C5	95.3	0	124.35	29.05
Conexión C2	93.94	0	124.35	30.41
Conexión C3	93.9	0	124.35	30.45
Conexión C6	90.85	0	124.35	33.50
Conexión C8	86.22	0	124.35	38.13
Conexión C7	85.65	0	124.35	38.70
Conexión C13	80.85	0	124.35	43.50
Conexión C9	79.77	0	124.35	44.58
Conexión C11	79.01	0	124.35	45.34
Conexión C14	77.86	0	124.35	46.49
Conexión C12	77.78	0	124.35	46.57
Conexión C10	76.15	0	124.35	48.20

Fuente: Elaboración propia



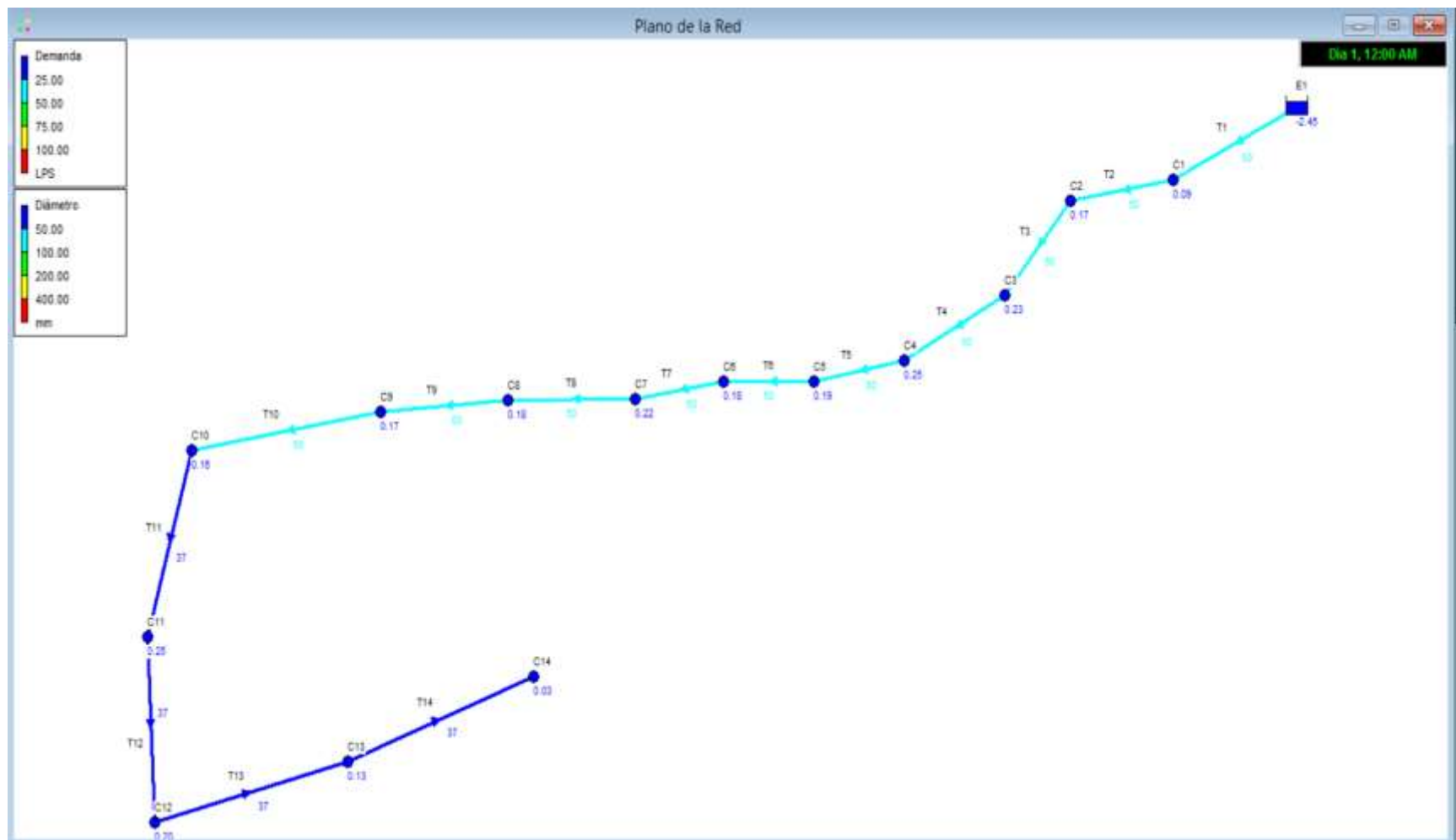
(Velocidades en la red para cero consumos)

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T2	170.203	50	0.00	0.00	0.00
Tubería T3	156.323	50	0.00	0.00	0.00
Tubería T4	189.413	50	0.00	0.00	0.00
Tubería T5	178.528	50	0.00	0.00	0.00
Tubería T6	186.638	50	0.00	0.00	0.00
Tubería T7	159.413	50	0.00	0.00	0.00
Tubería T8	154.34	50	0.00	0.00	0.00
Tubería T9	177.788	50	0.00	0.00	0.00
Tubería T10	133.998	50	0.00	0.00	0.00
Tubería T11	171.596	37	0.00	0.00	0.00
Tubería T12	194.544	37	0.00	0.00	0.00
Tubería T13	178.097	37	0.00	0.00	0.00
Tubería T14	64.448	37	0.00	0.00	0.00
Tubería T1	196.321	50	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 15: Análisis con Consumo Máximo Horario en la red



Fuente: Elaboración propia

(Presiones en la red para Consumo Máximo Horario)

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Embalse E1	124.35	No Disponible	124.35	0.00
Conexión C5	95.3	0.19	102.24	6.94
Conexión C4	97.31	0.25	105.14	7.83
Conexión C6	90.85	0.18	99.81	8.96
Conexión C8	86.22	0.18	97.01	10.79
Conexión C13	80.85	0.13	92.85	12.00
Conexión C7	85.65	0.22	98.16	12.51
Conexión C1	104.35	0.09	118.14	13.79
Conexión C11	79.01	0.25	93.77	14.76
Conexión C14	77.86	0.03	92.85	14.99
Conexión C3	93.9	0.23	109.11	15.21
Conexión C12	77.78	0.2	93.01	15.23
Conexión C9	79.77	0.17	96.06	16.29
Conexión C2	93.94	0.17	113.12	19.18
Conexión C10	76.15	0.16	95.56	19.41

Fuente: Elaboración propia



(Velocidades en la red para Consumo Máximo Horario)

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T14	64.448	37	0.03	0.03	0.04
Tubería T13	178.097	37	0.16	0.15	0.88
Tubería T12	194.544	37	0.36	0.33	3.93
Tubería T10	133.998	50	0.77	0.39	3.71
Tubería T9	177.788	50	0.94	0.48	5.36
Tubería T11	171.596	37	0.61	0.57	10.44
Tubería T8	154.34	50	1.12	0.57	7.42
Tubería T7	159.413	50	1.34	0.68	10.34
Tubería T6	186.638	50	1.52	0.77	13.06
Tubería T5	178.528	50	1.71	0.87	16.25
Tubería T4	189.413	50	1.96	1.00	20.92
Tubería T3	156.323	50	2.19	1.12	25.69
Tubería T2	170.203	50	2.36	1.20	29.50
Tubería T1	196.321	50	2.45	1.25	31.62

Elaboración propia



## ANEXO 16: Resultados de muestra de agua procesada en laboratorios

Descripción	Hora de Toma de Muestra			CAPRE	
	06:00 a.m.	12:00 p.m.	6pm	Valor Recomendado	Valor Admisible
Turb. [NTU]	0.4	0.6	0.5	1	5
Color [UCA]	0	0	0	1	15
pH [-]	7.2	7.97	7.2	6.5 a 8.5	
Alcalinidad [mg/l]	86	90	88	400	
Conduct. [μS/cm]	284	179	288	400	
Temp. [°C]	26	28	25	18 a 30	
Cloro res. [mg/l]	0.1	0.1	0.1	0.5 a 1	

Fuente: Elaboración propia

Evaluada en base a valores de Norma CAPRE.

## ANEXO 17: Tanque clorador



Fuente: Catálogo de Rotoplas Tanisa



## ANEXO 18: Presupuesto del proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	COST UNITARIO	TOTAL
310		Preliminares				
	05	Higiene y seguridad	s/g	1.00	C\$2,000.00	C\$2,000.00
	05	Rotulación provisional	s/g	1.00	C\$934.94	C\$934.94
320		Línea de conducción por gravedad	ml	626.98		
320		Trazo y Nivelación	m2	752.38	C\$90.00	C\$67,713.84
	95105	Excavación para tubería de 2" de diametro	m3	451.42	C\$185.00	C\$83,512.70
	06	Prueba hidrostática	c/u	3.00	C\$1,600.00	C\$4,800.00
330		Línea de distribución	ml	2,115.02		
320		Trazo y Nivelación	m2	2,538.02	C\$ 90.00	C\$228,422.16
	92941	Excavación para tubería de 1 1/2" de diametro	m3	438.25	C\$185.00	C\$81,076.81
	25	Valvulas y accesorios	C/U	4.00	C\$98.00	C\$392.00
	95105	Excavación para tubería de 2" de diametro	m3	1,084.55	C\$185.00	C\$200,641.75
316		Eliminación de material excedente	m3	480.00	C\$120.80	C\$57,984.00
335		Reservorio 33m3				
	92282	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	10.25	C\$2,995.00	C\$30,698.75
	96805	Encofrado y desencofrado normal para estructuras de concreto	m2	92.45	C\$150.00	C\$13,867.50
		Acero corrugado Ø= 3/8", FY= 4200 KG/CM2 GRADO 60	kg	142.50	C\$1,233.28	C\$175,741.83
		Trabajos preliminares				
	92224	Limpieza de terreno manual	m2	44.62	C\$9.44	C\$421.21
	96470	Trazo, niveles y replanteo	m2	44.62	C\$90.00	C\$4,015.80
		Movimiento de tierras				
	92227	Excavación manual en tierra para estructuras de concreto	m3	6.40	C\$185.00	C\$1,184.00
		Caseta de cloración	unida	1.00	C\$13,127.87	C\$13,127.87
		Ladrillo	und	400.00	C\$7.00	C\$2,800.00
		Cemento portland	bolsa	5.00	C\$350.00	C\$1,750.00
		Hierro corrugado 3/8	kg	20.16	C\$1,233.28	C\$24,862.92
		Hierro liso #8	kg	12.00	C\$1,233.28	C\$14,799.36
		Hierro liso #16	kg	4.00	C\$1,233.28	C\$4,933.12
		Arena grueso	m3	0.65	C\$600.00	C\$390.00
		Puerta metálica con malla olimpica	und	1.00	C\$300.00	C\$300.00
		Clavos para madera	lb	1.00	C\$15.00	C\$15.00
		Aditivo epoxico para anclar columnetas a techo reservorio	unida	1.00	C\$300.00	C\$300.00
		Mano de obra calificada	jornal	3.00	C\$45.00	C\$135.00
		Dosificador de cloro por goteo	m3	4.38	C\$30.00	C\$131.40
		Tanque polietileno 750litros	unida	1.00	C\$3,850.00	C\$3,850.00
		Valvula de linea de poliprotileno de 1	unida	1.00	C\$150.00	C\$150.00
		Filtro de discos de polipropileno de 1	unida	1.00	C\$385.00	C\$385.00
		Manguera de polietileno de 8mm	unida	5.00	C\$55.00	C\$275.00
		Gotero autocompensable de 4Lph	unida	2.00	C\$30.00	C\$60.00
		BUSHING P.E 1.0 X 1/2	unida	1.00	C\$30.00	C\$30.00
		SOCKET P.E. 1.0	unida	1.00	C\$40.00	C\$40.00
		BUSHING P.E 1.0 X 1/2	unida	1.00	C\$30.00	C\$30.00
		Enlace de 8mm	unida	1.00	C\$60.00	C\$60.00
		Cinta teflon	unida	1.00	C\$50.00	C\$50.00
		Abrazadera termoplastica de 1 1/2 x 1/2	unida	1.00	C\$150.00	C\$150.00

Fuente: Elaboración propia



ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	COST UNITARIO	TOTAL
		Valvula de paso PVC 1/2	unida	1.00	C\$130.00	C\$130.00
		Niple de PVC 1/2 x5cm	unida	1.00	C\$20.00	C\$20.00
		Manguera de 1/2	unida	5.00	C\$50.00	C\$250.00
		Revestimientos				
95548		Tarrajeo interior con mortero C:A MEZCLA 1:2 CON Impermeabilizante	m2	16.97	C\$589.00	C\$9,995.40
95505		Tarrajeo exterior con mortero C:A MEZCLA 1:4	m2	18.49	C\$41.80	C\$772.88
		Suministro e instalacion de accesorios para el reservorio				C\$0.00
92911		Suministro e instalación de accesorios en reservorio	UND	1.00	C\$13,814.92	C\$13,814.92
		Tapas sanitarias				
95522		Suministro e instalación de tapa sanitaria metalica de 0.60m *	UND	1.00	C\$1,067.25	C\$1,067.25
		Limpieza y desinfección				
94389		Limpieza y desinfección en reservorio	UND	1.00	C\$84.26	C\$84.26
200		Pintura				
92159		Pintura con latex en muros exteriores	m2	18.49	C\$134.00	C\$2,477.66
92236		Pintura anticorrosiva para tapas sanitarias metálicas	m2	0.72	C\$134.00	C\$96.48
		Protección del reservorio				
92227		Eliminacion de material excedente D=30m	m3	0.63	C\$30.20	C\$19.03
92282		Concreto f'c=140 kg/cm2 + 70% PM	m3	0.54	C\$2,995.00	C\$1,617.30
		Poste de tubo negro estructural cuadrado x 2" L=3.10 m.	UND	10.00	C\$62.00	C\$620.00
9489		Suministro e instalación de malla metálica protectora con alambre N° 12 INC. ALAMBRE DE PUAS P/RESERVORIO	ml	20.00	C\$88.93	C\$1,778.60
		Puerta metálica con malla olimpica	UND	1.00	C\$650.00	C\$650.00
370		Limpieza y entrega				
	03	Limpieza final	GLB	1.00	C\$276.00	C\$276.00
Total en Córdobas						C\$1055,701.74
Impuesto municipal (1%)						C\$10,557.02
Impuesto al valor agregado (I.V.A.)						159938.8139
Total general						C\$1226,197.56
Total en Dólares						\$38,187.40

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 19: **Sets de planos**

